

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra robototechniky

Návrh RTP pro výrobu palet

Design of the Robotized Workplace for pallets

Diplomant:

Bc. Jindřich Smetánka

Vedoucí diplomová práce:

Ing. Jan Burkovič, Ph.D.

Ostrava 2009

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 22.5.2009

.....
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.
- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, же Высoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- было сдѣнано, же с VŠB-TUO, в пріпадѣ зájму з její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- было сдѣнано, же užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnou licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, же оdevздáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě : 22.5.2009

.....
Bc. Jindřich Smetánka

Adresa trvalého pobytu:

Jasenná 277

Jasenná 763 13

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

SMETÁNKA, Jindřich. *Návrh RTP pro výrobu palet*. Vedoucí práce Ing. Jan Burkovič, Ph.D. Diplomová práce. Ostrava: katedra robototechniky, Fakulta strojní VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2009. 89 s.

Diplomová práce se zabývá návrhem RTP na výrobu palet. V první fázi je provedena analýza výrobků s popisem technických parametrů. Budou vyráběny 3 typy palet. Pracoviště obsahuje manipulační prvky (robot, manipulátor), pily na dřevo, Paletomaty, a dopravníkové tratě. V diplomové práci je podrobný popis všech zařízení. V závěru je provedeno technicko ekonomické zhodnocení dosažených výsledků. K práci je přiložena použitá literatura a příloha s kontrolními výpočty.

ANNOTATION OF DIPLOMA WORK

Thesis is dealing with design of robotized technological workplace for the production of pallets. In the first phase is an analysis of products with a description of technical parameters. There will be made 3 different types of pallets in this workplace. Workplace is composed of handling equipment (robots, manipulators), saw-wood, paletomats and conveyors. In the thesis is a detailed description of all devices. There is the technical and economic evaluation of the achieved results in the conclusion. The adopted literature and the appendix with check calculations.

Velmi rád bych poděkoval a vyslovil uznání všem, kteří mi pomáhali při vzniku této práce. Především Ing. Janu Burkovičovi, Ph.D, vedoucímu mé diplomové práce, za odborné vedení a množství praktických rad. Dále pak Ing. Miroslavu Hrádkovi, který mi vždy ochotně pomohl svými cennými informacemi.

1.	ÚVOD.....	10
2.	ANALÝZA VÝROBNÍCH A TECHNOLOGICKÝCH MOŽNOSTÍ Z HLEDISKA VÝROBY A MONTÁŽE	11
2.1	ANALÝZA VÝROBKŮ.....	11
2.1.1	Normalizovaná paleta EUR.....	11
2.1.2	Nenormalizovaná (jednoúčelová) paleta.....	15
2.1.3	Dřevěné bednění.....	15
2.2	ANALÝZA VÝROBNÍCH A TECHNOLOGICKÝCH MOŽNOSTÍ.....	16
2.2.1	Výroba.....	16
2.2.2	Výrobci a distributoři zboží.....	16
3.	NÁVRH ALTERNATIVNÍHO ŘEŠENÍ ROBOTIZOVANÉHO PRACOVISTĚ – VARIANTY ŘEŠENÍ.....	21
3.1	POŽADAVKOVÝ LIST.....	21
3.2	VARIANTA „A“.....	22
3.2.1	Schéma varianty „A“.....	23
3.2.2	Odkazová tabulka varianty „A“.....	24
3.3	VARIANTA „B“.....	25
3.3.1	Schéma varianty „B“.....	26
3.3.2	Odkazová tabulka varianty „B“.....	27
3.4	VARIANTA „C“.....	28
3.4.1	Schéma varianty „C“.....	29
3.4.2	Odkazová tabulka varianty „C“.....	30
3.5	VARIANTA „D“.....	31
3.5.1	Schéma varianty „D“.....	32
3.5.2	Odkazová tabulka varianty „D“.....	33
4.	VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY ŘEŠENÍ.....	34
4.1	HODNOTOVÁ ANALÝZA.....	34
4.1.1	Bodovací stupnice.....	34
4.1.2	Kritéria hodnocení a jejich významnost.....	34
4.1.3	Volba a hodnocení kritérií.....	35
4.1.4	Metoda porovnávání v trojúhelníku párů.....	36
4.1.5	Koeficient významnosti.....	38
4.1.6	Vyhodnocení a určení nejvýhodnější varianty.....	41

5.	VYPRACOVÁNÍ PROJEKTU PRO VÝROBU PALET.....	42
5.1	ÚČEL A FUNKCE PROVOZNÍHO ZAŘÍZENÍ A CÍL PROJEKTOVÉHO ŘEŠENÍ RTP.....	42
5.2	TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY.....	42
5.3	MATERIÁLOVÝ TOK - SANKEYŮV DIAGRAM.....	44
5.4	TECHNOLOGICKÉ ZAŘÍZENÍ RTP.....	45
5.4.1	Paletomat.....	45
5.4.2	Dopravníky.....	53
5.4.3	Robot ABB IRB.....	56
5.4.4	Podstolní pila ProfiCut	56
5.4.5	Pila CRP.....	57
5.4.6	Portálový manipulátor GÜDEL.....	58
5.4.7	Automatický zásobník přřezů.....	59
5.4.8	Otočný stůl.....	59
5.4.9	Linka konečného opracování.....	60
5.4.10	Stohovací zařízení	61
5.5	MANIPULACE S MATERIÁLEM UVNITŘ PROVOZU.....	62
5.5.1	Manipulační prostředky.....	62
5.6	PROPOZICE VÝROBNÍ HALY.....	63
5.7	ZPŮSOB ŘEŠENÍ AUTOMATIZOVANÉHO SYSTÉMU ŘÍZENÍ TECHNOLOGICKÉHO PROCESU.....	62
5.8	LÁTKOVÁ BILANCE, POTŘEBA HLAVNÍCH A VEDLEJŠÍCH SUROVIN	63
5.9	VÝROBA HLAVNÍCH A VEDLEJŠÍCH VÝROBKŮ, TECHNICKÉ PODMÍNKY A ODBYT.....	65
5.10	ODPADNÍ LÁTKY, ZPŮSOB VYUŽITÍ.....	65
5.11	SKLADOVACÍ A MEZISKLADOVÉ PROSTORY.....	66
5.12	ROSPIS ENERGÍÍ, INSTALOVANÉ VÝKONY.....	66
5.13	VOLBA A ZPŮSOB PROVEDENÍ TEPELNÝCH IZOLACÍ.....	68
5.14	POVRCHOVÁ ÚPRAVA, BAREVNÉ ŘEŠENÍ ZAŘÍZENÍ A PROSTOR....	68
5.15	ZVLÁŠTNÍ POŽADAVKY NA ZPRACOVÁNÍ DALŠÍ DOKUMENTACE...	69
5.16	ZVLÁŠTNÍ POŽADAVKY NA MONTÁŽ LINKY.....	69
5.17	POŽADAVKY NA PRŮKAZ DOSAŽENÍ HODNOT KOMPLEXNÍHO VYZKOUŠENÍ A ÚSPĚŠNÉHO UKONČENÍ ZKUŠEBNÍHO PROVOZU....	69
5.18	POŽADAVKY NA POŽÁRNÍ SIGNALIZACI.....	69

6.	TECHNICKO EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ DOSAŽENÝCH VÝSLEDKŮ.....	70
7.	VÝPOČTY.....	72
7.1	Fond pracovní doby.....	72
7.2	Kapacita výroby.....	73
7.3	Export výrobků.....	74
7.4	Konstrukční návrh paletomatu.....	75
7.5	Návrh zdvihu zásobníků.....	78
7.6	Návrh řetězového převodu dopravníku přířezů.....	80
7.7	Návrh řetězového převodu dopravníku svlaků.....	82
8.	PŘÍLOHY.....	84
9.	POUŽITÁ LITERATURA.....	87
10.	ZÁVĚR A HODNOCENÍ.....	89

1. ÚVOD

Téma diplomové práce je : „Návrh RTP na výrobu palet.“ Tato práce je především zaměřena na problematiku výroby dřevěných normalizovaných i nenormalizovaných výrobků. Paleta, jakožto manipulační prostředek, plní funkci uskladňovacího, transportního a ochranného prvku. V podstatě se jedná o nezbytnou součást ve většině technických výrobních procesů. Navrhované robotizované pracoviště tak bude mít sektory pro výrobu tří druhů palet.

V prvním případě se bude jednat o normalizované EUR palety. Jsou charakteristické především svojí stavbou a rozměrem 800 x 1200 x 144mm. Z hlediska stavby je tvořena celkově 8 druhy polotovarů. Tento fakt naznačuje, že výroba bude několikasupňová, tzn. nebude možno ji vyrobit během jedné operace.

Další typ výrobku bude tzv. jednoúčelová paleta. Tento přepravní prvek již není normalizován. Avšak použití je také velmi vysoké. A to především z toho důsledku, že se paleta vyrábí přesně na míru přepravovaného či uskladňovaného zboží. Její rozměr je takřka libovolný.

Jako poslední typ výrobku je dřevěné bednění. Jeho funkce spočívá hlavně ve vytvoření ochranného krytu (bedny) přepravovaného zboží. Neplní již tedy úlohu nosného prostředku. Je charakteristické zejména svou celistvostí.

Jelikož se jedná částečně o spotřební zboží, jenž v mnohých případech vlivem zacházení zdaleka nenaplní svoji životnost, mohla by myšlenka robotizace tohoto výrobního procesu být cesta správným směrem. Všechny tyto výrobky jsou i v dnešní době vyráběny buď manuálně či pomocí poloautomatizovaného pracoviště. V obou případech se však stále vyskytuje nevyhovující faktor, a to namáhavá lidská práce v podobě ručního sbíjení či odebrání palet z automatu. Při hmotnosti, která může dosáhnout až 30kg, nastává nadměrná zátěž, která při dlouhodobějším působení ohrožuje zdraví člověka. Právě tento fakt vedl k vytvoření projektu robotizovaného pracoviště, jenž bude všechny namáhavé operace provádět strojně.

V diplomové práci je řešen princip a analýzy výroby, technologický postup, návrh několika variant řešení a následný rozbor vybrané neoptimálnější varianty na návrh robotizovaného pracoviště.

2. ANALÝZA VÝROBNÍCH A TECHNOLOGICKÝCH MOŽNOSTÍ Z HLEDISKA VÝROBY A MONTÁŽE

2.1 ANALÝZA VÝROBKŮ

2.1.1 Normalizovaná paleta EUR

Jedná se o prostý manipulační prostředek, opakovaně použitelný k ložení baleného i nebaleného materiálu, který svými vlastnostmi umožňuje ložení a snese stohování pro ukládání do regálů. Tento prvek je nabíratelný ze 4 stran pomocí vidlicových manipulátorů. EUR paleta je vyrobena, jakostně odzkoušena a označena dle ustanovení vyhlášky UIC 435. Vyhláška obsahuje kompletní rozbor jednotlivých pravidel a zásad, jenž musí být dodrženy při výrobě normalizovaného prvku (viz [7]).

Základní parametry :

- a) **Základní rozměry** – Jmenovité rozměry palety EUR 800 x 1200mm vycházejí z mezinárodního modulu jednotky balení 400 x 600mm. Přístupná tolerance je 800+3mm a 1200+3mm. Výrobní tolerance berou zřetel na přirozené vlastnosti dřevitých materiálů, které sesychají.
- b) **Nosnost** – Každá paleta EUR může být maximálně zatížena při uložení do regálu nebo na vidlici vysokozdvížného vozíku následovně :
 - břemenem nerovnoměrně rozloženým na ložné podlaze o hmotnosti 1000kg
 - břemenem rovnoměrně rozloženým na ložné podlaze o hmotnosti 1500kg
 - břemenem rovnoměrně rozloženým a celistvě doléhajícím na celou plochu ložné podlahy o hmotnosti 2000kg
- c) **Stohovací nosnost** – Při stohování může být každá maximálně zatížená paleta ve spodní vrstvě ještě dodatečně zatížena břemenem (tj. ložnými paletami) o maximální hmotnosti 4000kg, pokud tato zátěž doléhá celou plochou opěrné podlahy na urovnaný, vodorovný a tuhý povrch břemene uloženého na paletě ve spodní vrstvě.



Obr.1 Normalizovaná paleta EUR 800 x 1200 x 144 mm

Hlavní technologické parametry :

- Polotovary pro výrobu jednotlivých částí jsou vyráběny z jakostního dřeva, které obsahuje jen v minimální míře vady dřeva např. suky. K sukům do průměru 10mm se nepřihlíží.
- Veškeré spoje palety jsou uskutečněny nastřelovacími konvexními hřebíky.
- Dřevo musí být ošetřeno pomocí všech STOP prostředků na ochranu dřeva. Nepřípustné jsou např. hniloba (plíseň, houba) nebo aktivní napadení hmyzem.
- Hmotnost palety je maximálně 30kg.
- Vlhkost dřeva nesmí přesahovat 22% hmoty vysušeného dřeva.
- Používané dřeviny pro výrobu : smrk (98%), borovice (2%), modřín-jedle (0,2%)

Názvosloví :

Paleta – pevná horizontální plošina s minimální výškou vhodnou pro manipulaci vidlicovým nízko a vysokozdvizným vozíkem používaná jako základna pro kompletizaci, stohování, skladování, manipulaci a přepravu zboží.

Ložná podlaha – Plochý, vodorovný povrch pro ložení nákladu, z přířezů s mezerami nebo bez mezer, nebo s celistvým povrchem.

Opěrná podlaha - Plochý, vodorovný povrch pro rozložení zatížení, s mezerami nebo s celistvým povrchem.

Nabírací otvor – Boční otvor umožňující zasunutí zvedacího prostředku manipulačního zařízení.

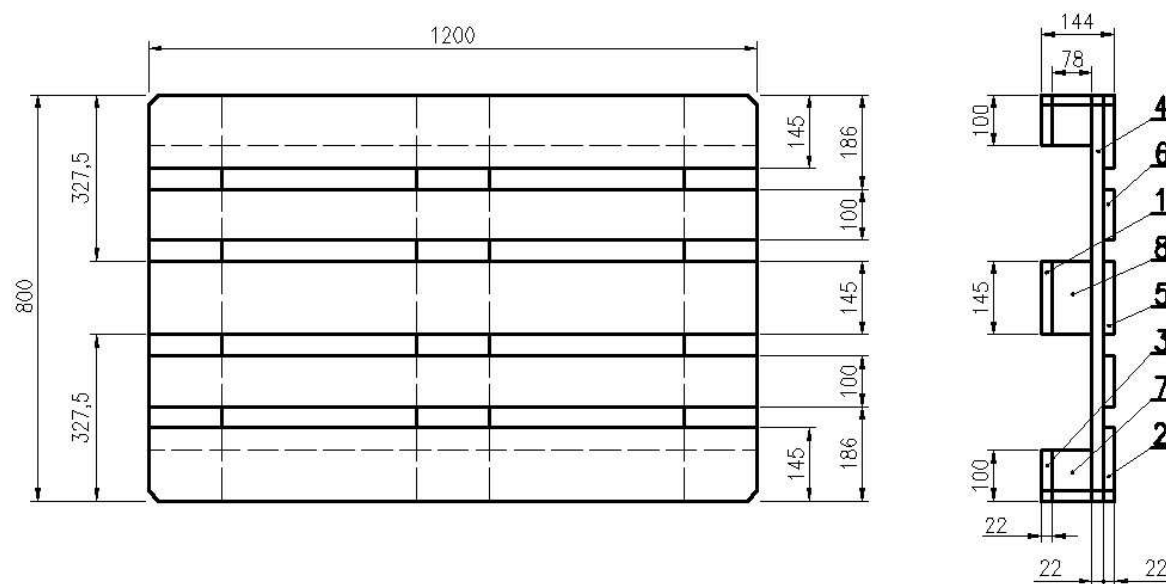
Přířez podlahy – Jednotlivý prvek ložné nebo opěrné podlahy.

Špalík – Krátký sloupek pod ložnou podlahou nebo mezi ložnou a opěrnou podlahou, vytvářející nabírací otvor.

Svlak – Vodorovný podélný spojovací prvek mezi přířezy ložné plochy podlahy a špalíky.

Podélný nosník – Průběžný podélný prvek pod ložnou podlahou nebo mezi ložnou a opěrnou podlahou, který vytváří prostor nabíracích otvorů.

Rozbor částí palety :



Obr.2 Rozměry EUR palety

<i>Výpis polotovarů EUR palety 800x600x144</i>			
Pozice	Název	Rozměr [mm]	Počet [ks]
1	Střední přířez opěrné podlahy	1200 x 145 x 22	1
2	Krajní přířez ložné podlahy	1200 x 145 x 22	2
3	Krajní přířez opěrné podlahy	1200 x 100 x 22	2
4	Svlak	800 x 145 x 22	3
5	Střední přířez ložné podlahy	1200 x 145 x 22	1
6	Vnitřní přířez ložné podlahy	1200 x 100 x 22	2
7	Špalík I.	145 x 100 x 78	6
8	Špalík II.	145 x 145 x 78	3
9	Konvexní hřebík		54

Tab.1 Výpis polotovarů EUR palety**Značení palet :**

Nezbytnou součástí každé normalizované EUR palety je její značení. Jedná se o řadu normalizovaných značek určených výrobcem či prodejcem palet. Vyskytují se na viditelných plochách špalíku na obou podélných stranách. Značení musí být černé barvy, čitelné, stálé, nepřenosné a nejlépe vypálené.

Pravý rohový špalík : značka



Levý rohový špalík : značka železnice, která paletu schválila

Střední špalík : kód výrobce 000 – 0 – 0 (první trojčíslí = číslo oprávněného výrobce, prostřední číslice = koncové číslo roku výroby, poslední dvojčíslí = měsíc výroby)

2.1.2 Nenormalizovaná (jednoúčelová) paleta

Mezi další velmi početnou skupinu patří palety jednoúčelové. Tyto jsou využívány takřka ve stejném rozsahu jako palety EUR. Rozměry jednoúčelových palet však nejsou normalizovány. Záleží tedy na uživateli k jakému účelu paletu potřebuje. V mnoha případech se tyto typy palet vyrábí přesně na míru výrobku jenž bude následně transportován či uskladňován. Rozhodujícími faktory při volbě jednoúčelových palet jsou především rozměry, hmotnost, množství a také bezpečnost.



Obr.4 Jednoúčelová paleta 1600x1000



Obr.5 Jednoúčelová paleta 600x400

2.1.3 Dřevěné bednění

Dalším typem výrobku jež bude možno vyrábět v lince je dřevěné bednění. Jedná se o přídatné příslušenství k paletě, které slouží k vytvoření celého transportního obalu. Svou složitostí se vyrovnává jednoúčelové paletě, jen s tím rozdílem, že podélné ložné přířezy jsou sbíjeny hned vedle sebe tj. neobjevují se zde mezery mezi deskami. Maximální a minimální výrobní rozměr je totožný jako u jednoúčelových palet tj. od 600x400 mm do 1600x1000 mm.



Obr.6 Dřevěné bednění (od 600x400 mm do 1600x1000 mm)

2.2 ANALÝZA VÝROBNÍCH A TECHNOLOGICKÝCH MOŽNOSTÍ

2.2.1 Výroba

Palety jsou téměř nezbytnou pomůckou v každém výrobním průmyslu. Usnadňují jak manipulaci s přepravovanými břemeny, tak i jejich ukládání (skladování). Z hlediska výrobní obtížnosti se výroba palet zařazuje mezi velmi namáhavé činnosti. Ve většině případů výrobci upřednostňují manuální výrobu. Ta obnáší v podstatě namáhavý fyzický proces, který se ve větší míře neshoduje s normami bezpečnosti práce. Mezi základní činnosti pracovníka obsluhující pracoviště pro výrobu palet patří příprava polotovarů, ruční vkládání polotovarů do sbíjecích forem, manuální sbíjení a hlavně vyjímání zhotovených palet z forem. Při již zmiňované hmotnosti, jenž může být až 30kg, vzniká namáhavý proces člověku nevyhovující a to v době celé pracovní směny. Z tohoto důvodu vznikají spíše na zahraničním trhu různé poloautomatické či automatické stroje pro sbíjení palet. Tím se však řeší pouze problém namáhavé práce při samotném sbíjení. Avšak chybějící periferie, jenž by vyřešily komplex celé výroby se takřka nevyskytují. Obrazem dnešní skutečnosti jsou pracovníci obsluhující poloautomatický stroj, jenž provádí sbíjení spojů palet. V současné době není na tuzemském trhu mnoho českých výrobců těchto linek resp. paletomatů. Vzniká tak prostor pro firmy dodávající zahraniční technologii, která však mnohdy bývá cenově nadřazená. Proto se již na českém trhu začínají objevovat sbíjecí stroje tuzemských výrobců, které jsou co do kvality plně srovnatelné se zahraničními výrobky. Důkazem toho je i rostoucí poptávka těchto strojů, která ukazuje, že automatizace při výrobě palet je cesta správným směrem.

2.2.2 Výrobci a distributoři zboží

a) STOERI MANTEL

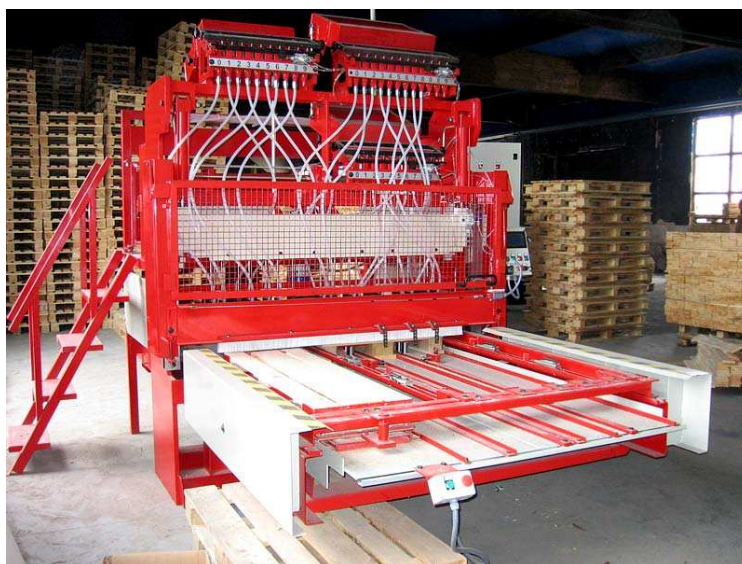
Hydraulický sbíjecí automat SMPA500

Sbíjecí automat SMPA500 představuje poloautomatický stroj, řešený jako robustní hydraulické zařízení ke sbíjení dřevěných palet různých typů. Svou koncepcí a cenou je určen do středních dřevařských provozů s výkonem výroby palet cca 500 – 550ks palet za směnu s obslužností 2 pracovníků. Obsluha provádí kompletní manipulaci s dřevěnými

přířezy a vkládá desky a špalíky do sbíjecích forem. Po vykonání zmíněných operací dochází ke spuštění řídicího programu a zhotovení výrobku [9].



Obr.7 Sbíjecí automat



Obr.8 Sbíjecí automat

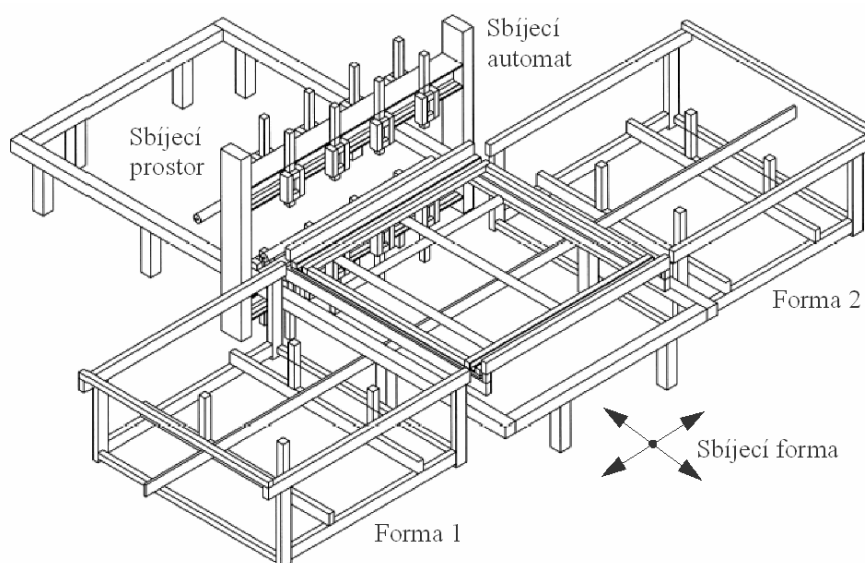
Systém výroby palety na stroji spočívá v tom, že obsluha nejprve vyskládá do sbíjecí formy již připravené polotovary (špalíky, přířezy, svlaky). Následuje automatický krok sbíjení při kterém stroj vykoná potřebný počet taktů. Po vykonaném procesu odebere obsluha zhotovený výrobek a cyklus se opakuje. Stroj umožňuje sbíjení palet různých typů dle použité šablony (2-cestné nebo 4-cestné palety). Rozsah palet se pohybuje od minimálního rozměru 700x700mm do maximálního rozměru 1350x1500mm. Ke sbíjení je používáno hydraulických pistolí. Výhodou zařízení je neomezená kapacita přísunu nastřelovacích hřebíků.

b) AIR HAMMER***Pneumatický poloautomatický paletomat***

Firma nabízí pouze stroj, sloužící ke sbíjení polotovarů jimiž se zaplňují sbíjecí formy. Tyto jsou manuálně nastavitelné dle potřeby a výrobního programu. Paletovací stroj však vyžaduje lidskou obsluhu. Úkolem obsluhy je do nastavitelných forem (1,2) ručně vyskládat předem již zhotovené polotovary. Jedná se tedy o poloautomatické výrobní zařízení. Potřebné periferie ke zhotovení pracoviště však výrobce neudává. Jako doložitelný materiál firma udává pouze schéma rozmístění sbíjecího zařízení vůči periferiím. I když se jedná jen o malou součást pracoviště, dá se uvažovat o relativním zařazení do tvorby výrobní linky či robotizovaného pracoviště (viz [10]).

Postup výroby :

- a) Vložení předem připravených polotovarů do „formy 1“ pracovníkem.
- b) Přemístění „formy 1“ do pozice „sbíjecí forma“, dále přemístění „sbíjecí formy“ do pozice „sbíjecí prostor“.
- c) Přemístění pracovníka k „formě 2“, vykonání bodu 1
- d) Najetí „sbíjecí formy“ do „sbíjecího prostoru“, vykonání procesu a návrat do pozice „forma1“
- e) Přemístění „formy 2“ do pozice „sbíjecí prostor“, provedení procesu a následné opakování
- f) Opakování celého procesu



Obr.9 Poloha sbíjecího stroje vůči formovacím dopravníkům

c) OLLITECH***Pneumatický poloautomatický stroj VAB160***

Jedná se o obdobné zařízení jako ve 2. bodě. Systém postupu práce je totožný. Také zde je potřeba minimálně jednoho pracovníka, který vykonává vkládání polotovarů do sbíjecích forem a následné vyjímání hotových výrobků. Stroje řady VAB160 se vyznačují možností nastřelovat hřebíky současně se shora i ze zdola do palety. Na jedno založení čistého materiálu jsou tak nastřeleny všechny potřebné spojovací prvky. Hřebíky je možno i zahýbat. Řízení strojů je CNC, speciální software ovládá a kontroluje všechny pracovní i bezpečnostní funkce stroje. Možnost manuálního přestavení pro jednotlivé typy výrobků umožňuje využívat tyto stroje i při malosériové výrobě a nahradit tak ruční pneumatické hřebíkovačky i v provozech, kde není velkosériová výroba. K samotnému procesu sbíjení je použito pneumatických pistolí upevněných na translačních jednotkách. Součástí pistolí jsou rotační zásobníky s kapacitou 360 hřebíků. Tento systém zásobníků však může být velkou nevýhodou při vysokém vytížení stroje. Hrozí neustálé a zdlouhavé výměny zásobníku, což sebou přináší i nechtěné časové prodlevy a pokles frekvence výroby (viz [11]).



Obr.10 *Pneumatické pistole s rotačními zásobníky*



***Obr.11** Pneumatický poloautomatický stroj VAB160*

3. NÁVRH ALTERNATIVNÍHO ŘEŠENÍ ROBOTIZOVANÉHO PRACOVIŠTĚ – VARIANTY ŘEŠENÍ

3.1 POŽADAVKOVÝ LIST

<i>Pořadí</i>	<i>Požadavek</i>	<i>Popis</i>
1.	Rozměr vyrobených EUR palet	1200 x 800mm
2.	Rozměry vyrobených jednoúčelových palet a bednění	max. 1600 x 1000mm min. 600 x 400mm
3.	Výroba polotovarů (přířezů) součástí linky	Pořez desek na polotovary (přířezy)
4.	Začlenění výrobního sortimentu firmy do RTP	Pily, dopravníky
5.	Součástí linky stohovací zařízení	Příprava expedice
6.	Návrh a konstrukce paletomatu	
7.	Velkokapacitní zásobníky hřebíků	Zásobníky paletomatu
8.	Druh provozu	Přerušovaný, dvousměnný

Tab.2 Výpis polotovarů EUR palety

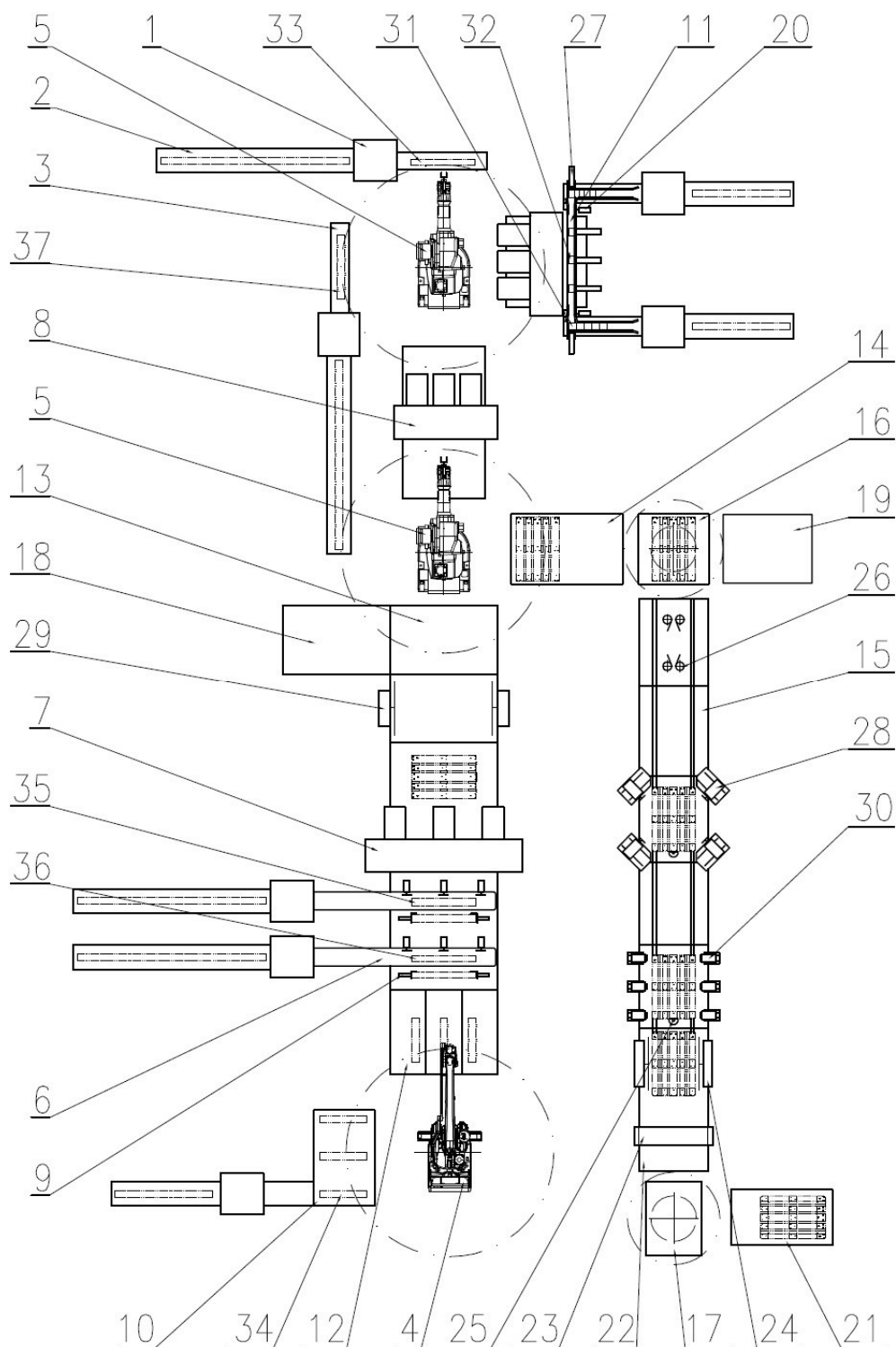
V následné fázi budou uvedeny navržené varianty řešení. Součástí možností provedení budou podrobné popisy a schémata pracovišť. Pro lepší názornost jsou tyto varianty obohaceny odkazy, které jsou poté sepsány v odkazové tabulce. Celkově byly navrženy 4 varianty řešení, jenž budou podrobně popsány v jednotlivých podbodech. V každém případě byla snaha o vytvoření výrobní linky, jenž bude soběstačná pro realizaci celého výrobku. Posloupnost výroby palety začíná již od samotného krácení dlouhých desek na polotovary, přes sbíjení a značení normalizovanými značkami až po přípravu k expedici.

3.2 VARIANTA „A“

Vstupní část linky této varianty se vyskytuje u paletomatu I. (poz.7). Zde jsou vyráběny pomocí třech zkracovacích pil potřebné polotovary. První zkracovací pila vyrábí svlaky palety, které se po zkrácení na potřebnou délku řadí do zásobníku (poz.10). Zásobník posune polotovary do přesné odebírací polohy pro robot (poz.4). Úkolem robotu je zásobování svlaků do zásobníků paletomatu I. V další fázi, jenž se vykonává ve stejném časovém sledu je zkracování krajních a vnitřních přířezů ložné podlahy (poz.35,36). Tyto postupují po pásovém dopravníku (poz.6) na doraz. Jakmile je přířez v koncové poloze sepne koncový spínač, který aktivuje pneumatický vyrážecí. Ten postrčí polotovar do zásobníku (poz.9). Tímto způsobem je tvořeno zásobování přířezů do paletomatu I. Následuje automatický proces sbíjení horní podstavy palety tj. ložné podlahy. Veškeré spoje uskuteční sbíječ paletomatu I. (poz.7). Po vykonání operace postupuje ložná podlaha po článkovém dopravníku ke skladovacímu automatu (poz.29), který skládá zhotovené podlahy na sebe. Jedná se tedy o mezioperační zásobník. Po tuto fázi je výroba všech 3 druhů výrobků totožná. Tedy při výrobě jednoúčelových palet a bednění zde výroba končí. Vzniklý stoh putuje dále přes mezioperační dopravník I. (poz.13) na expediční dopravník (poz.18). V případě výroby EUR palet odebírá robot (poz.5) z mezioperačního zásobníku I. (poz.13) vyrobené ložné podlahy a vkládá je do sbíjecí formy paletomatu II. (poz.8). Z opačného konce RTP vznikají opěrné podlahy tzv. nohy palety. Nejprve dochází k řezání špalíků I. a II. (poz.31,32). Výstupní dopravník posouvá nařezané polotovary do koncové polohy, kde je po sepnutí koncovým spínačem posune vyrážecí (poz.27) na pásový dopravník (poz.11). Jelikož však paletu tvoří dva typy nohou (šířka 100mm a 145mm), má dopravník také dva chody – pravý a levý. Druhá fáze výroby nohou je řezání krajních přířezů opěrné podlahy (poz.33) a středních přířezů opěrné podlahy (poz.37). Robot (poz.5) nejprve odebere polotovar (poz.33), vloží jej do paletomatu. Poté vyrážecí pásového dopravníku (poz.20) posunou špalíky na již vložený polotovar (poz.33) a dojde ke sbití nohy. Pomocí robotu jsou postupně vkládány do sbíjecí formy paletomatu II. (poz.8) nohy šířky 100mm, 145mm a 100mm. Jakmile je forma zaplněna třemi nohami vloží z opačné strany robot (poz.8) ložnou podlahu z dopravníku (poz.13). Nyní je již paleta kompletní. Dojde tedy ke sbití a po vykonání procesu robot (poz.5) vloží paletu na mezioperační zásobník (poz.14). Odsud putuje přes otočný stůl I. (poz.16) buď na zmetkový dopravník II. (poz.19) nebo na ořezávací stůl (poz.26). Zde proběhne ořezání vnitřních hran nohou. Následuje stanoviště pro ořezání rohů pomocí pil (poz.28) a dále

vypálení (poz.30) normalizačních znaků do palety. Po vykonání dojde ke skladování palet (poz.24) na sebe, stohování (poz.23) a přesun na expediční dopravník (poz.21).

3.2.1 Schéma varianty „A“



Obr.12 Schéma varianty „A“

3.2.2 Odkazová tabulka varianty „A“

<i>Pozice</i>	<i>Druh zařízení</i>
1	Pila ProfiCUT X50
2	Vstupní dopravník II. – ProfiCUT X50
3	Výstupní dopravník II. – ProfiCUT X50
4	Robot ABB IRB 660-180/3,15
5	Robot ABB IRB 2400-20/1,81
6	Výstupní dopravník (pol. 1200x100x22mm)
7	Sbíječ paletomatu I.
8	Sbíječ paletomatu II.
9	Zásobník podélných desek (pol. 1200x100x22mm)
10	Zásobník svlaků (pol. 800x145x22mm)
11	Pásový dopravník špalků
12	Paletomat I.
13	Mezioperační zásobník I.
14	Mezioperační zásobník II.
15	Mezioperační zásobník III.
16	Otočný stůl I.
17	Otočný stůl II.
18	Zmetkový dopravník I.
19	Zmetkový dopravník II.
20	Vyrážeč
21	Expediční dopravník
22	Dopravník páskovače
23	Páskovač
24	Skladovací automat II.
25	Vypalovací dopravník
26	Ořezávací stůl
27	Vyrážeč
28	Ořezávací pila
29	Skladovací automat I.
30	Elektrický odporový vypalovač
31	Pol. – špalík II. (145x145x78mm)
32	Pol. – špalík I. (145x100x78mm)
33	Pol. – krajní přířez opěrné podlahy (1200x100x22mm)
34	Pol. – svlak (800x145x22 mm)
35	Pol. – krajní přířez ložné podlahy (1200x145x22mm)
36	Pol. – vnitřní přířez ložné podlahy (1200x100x22mm)
37	Pol. – střední přířez opěrné podlahy (1200x145x22mm)

Tab.3 Odkazová tabulka varianty „A“

3.3 VARIANTA „B“

Princip druhé varianty spočívá v záměně zkracovacích pil na vstupu za zásobníky již nařezaných přířezů. První etapa výroby začíná taktéž u paletomatu I. (poz.7). Jako periferní zařízení je zde použit portálový manipulátor (poz.1), jež slouží k zásobování svlaků do zásobníků paletomatu I. Krajiní a vnitřní přířezy ložné podlahy jsou dopravovány po pásovém dopravníku do koncové polohy. Zde aktivuje koncový spínač vyrážače, jež posunou desky do zásobníku podélných desek (poz.9). Uskuteční se proces sbíjení (poz.7) a vznikne tzv. ložná podlaha. Opět je třeba podotknout, že pokud budou vyráběny jednoúčelové palety nebo bednění, dojde k naskládání palet na sebe pomocí skladovacího automatu I. (poz.29) a následný odsun na dopravník (poz.18). Pokud se jedná o výrobu EUR palet, je vyrobená ložná podlaha odsunuta na koncovou polohu mezioperačního zásobníku I. (poz.13). Zcela odlišná je výroba opěrných podlah tj. noh palety. Posloupnost výroby začíná na dopravování středních a krajních přířezů opěrné podlahy ze zásobníku (poz.10) po pásovém dopravníku k paletomatu II (poz.15). Současně jsou přisouvány z každého boku nařezané špalíky (poz.34,35). Vznikají opěrné nohy, jenž jsou posouvány po válečkovém výstupním dopravníku (poz.17). Jakmile docílí koncové polohy, jsou přesunuty pomocí pneumatických vyrážačů (poz.20) na řetězový dopravník. Zde se již nachází pracovní prostor portálového manipulátoru II. (poz.2). Tento uchopí 3 kusy nohou (šířky 100mm, 145mm, 100mm) a přesune je na další řetězový dopravník. Na posouvající se opěrnou podlahu posadí robot (poz.3) ložnou podlahu z mezioperačního zásobníku (poz.13). Nyní již paleta putuje k celkovému sbití pod paletomat II. (poz.4). Následuje posun přes otočné stoly I. a II. k ořezávacímu stolu (poz.26) a poté vypálení normalizačních znaků (poz.25). Zhotovené palety jsou loženy na sebe pomocí skladovacího automatu II. (poz.24). Po stohování (poz.23) je svazek posunut na expediční dopravník (poz.21).

3.3.2 Odkazová tabulka varianty „B“

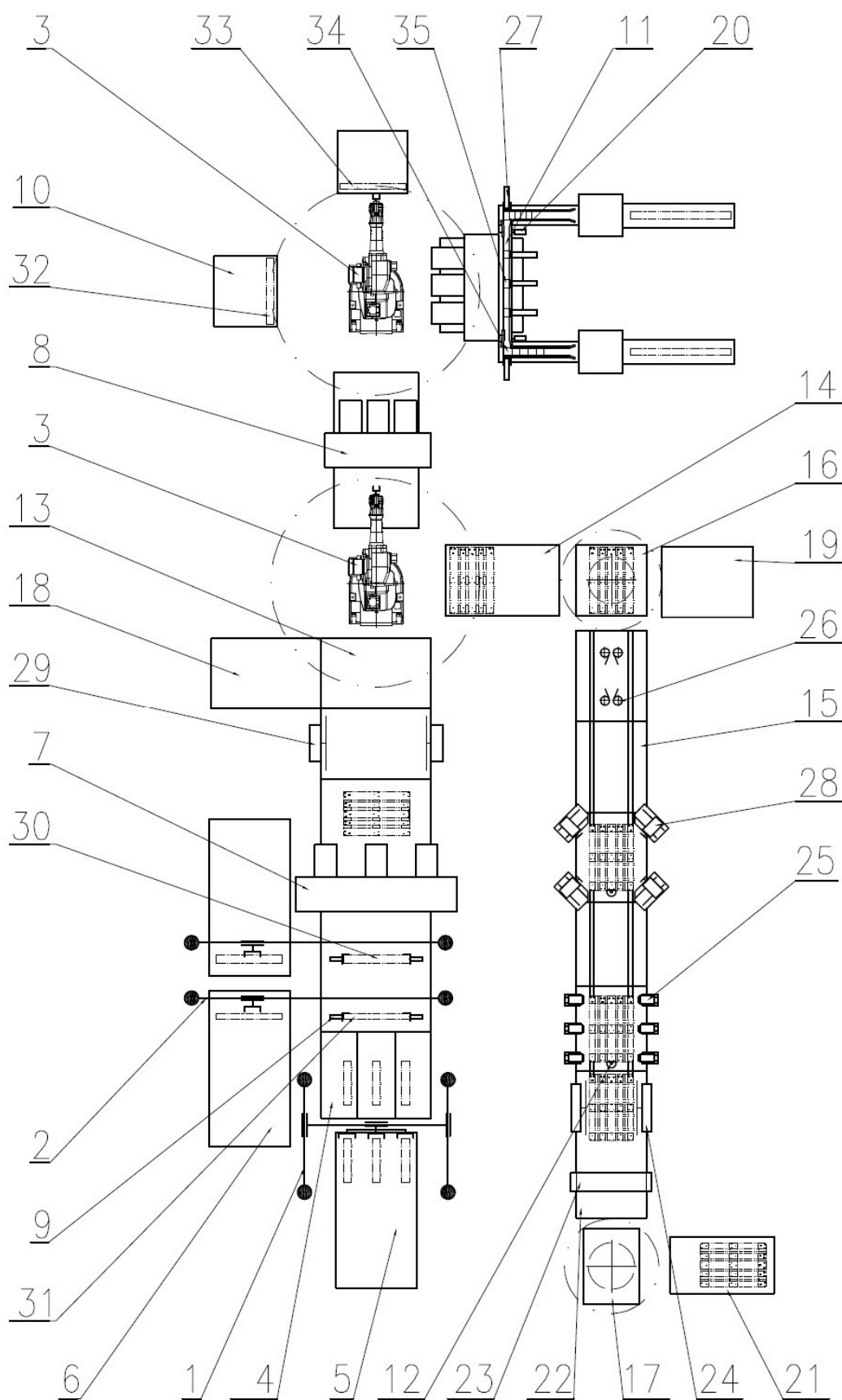
<i>Pozice</i>	<i>Druh zařízení</i>
1	Portálový manipulátor GUDEL I.
2	Portálový manipulátor GUDEL II.
3	Robot ABB IRB 660-180/3,15
4	Paletomat II.
5	Zásobník pol. – svlak (pol. 800x145x22mm)
6	Zásobník podélných desek (pol. 1200x100x22mm)
7	Sbíječ paletomatu I.
8	Pila ProfiCUT X50
9	Zásobník podélných desek (pol. 1200x100x22mm)
10	Zásobník ložných desek (pol. 1200x145x22mm)
11	Pásový dopravník špalků
12	Vstupní dopravník ProfiCUT X50
13	Mezioperační zásobník I.
14	Mezioperační zásobník II.
15	Paletomat II.
16	Otočný stůl I.
17	Výstupní dopravník Paletomatu II.
18	Zmetkový dopravník I.
19	Vstupní dopravník Paletomatu II.
20	Vyrážec
21	Expediční dopravník
22	Dopravník páskovače
23	Páskovač
24	Skladovací automat II.
25	Elektrický odporový vypalovač
26	Ořezávací stůl
27	Vyrážec
28	Ořezávací pila
29	Skladovací automat I.
30	Pol. – krajní přířez ložné podlahy (1200x145x22mm)
31	Pol. – vnitřní přířez ložné podlahy (1200x100x22mm)
32	Pol. – střední přířez opěrné podlahy (1200x100x22mm)
33	Pol. – krajní přířez opěrné podlahy (1200x100x22mm)
34	Pol. – špalík II. (145x145x78mm)
35	Pol. – špalík I. (145x100x78mm)

Tab.4 Odkazová tabulka varianty „B“

3.4 VARIANTA „C“

Struktura dispozice této varianty je obdobná jako u varianty „A“. Vstupní část linky se vyskytuje u paletomatu I. (poz.7). Zdrojem zásobování uvedeného paletomatu jsou tři zásobníky polotovarů. V případě vnitřních a krajních přířezů (poz.30,31) se jedná o zásobníky (poz.6) umístěné po levé straně od paletomatu. V případě svlaků je to zásobník (poz.5) v čele paletomatu. Manipulace desek se realizuje pomocí portálových manipulátorů (poz.1,2). Paletomat provede automatický cyklus sbíjení horní podstavky palety tj. ložné podlahy. Veškeré spoje uskuteční sbíječ paletomatu I (poz.7). Po vykonání operace postupuje ložná podlaha po článkovém dopravníku ke skladovacímu automatu (poz.29), který skládá zhotovené podlahy na sebe. Jedná se tedy o mezioperační zásobník. Po tuto fázi je výroba všech 3 druhů výrobků totožná. Tedy při výrobě jednoúčelových palet a bednění zde výroba končí. Vzniklý stoh putuje dále přes mezioperační dopravník I. (poz.13) na expediční dopravník (poz.18). V případě výroby EUR palet odebírá robot (poz.3) z mezioperačního zásobníku I. (poz.13) vyrobené ložné podlahy a vkládá je do sbíjecí formy paletomatu II. (poz.8). Z opačného konce RTP vznikají opěrné podlahy tzv. nohy palety. Nejprve dochází k řezání špalíků I. a II. (poz.34,35). Výstupní dopravník posouvá nařezané polotovary do koncové polohy, kde je po sepnutí koncovým spínačem posune vyrážecí (poz.27) na pásový dopravník (poz.11). Jelikož však paletu tvoří dva typy nohou (šířka 100mm a 145mm), má dopravník také dva chody – pravý a levý. Druhá fáze výroby nohou je zásobování již zhotovených krajních přířezů opěrné podlahy (poz.33) a středních přířezů opěrné podlahy (poz.32). Robot (poz.3) nejprve odebere polotovar (poz.33), vloží jej do paletomatu. Poté vyrážecí pásového dopravníku (poz.20) posunou špalky na již vložený polotovar (poz.33) a dojde ke sbití nohy. Pomocí robotu jsou postupně vkládány do sbíjecí formy paletomatu II. (poz.8) nohy šířky 100mm, 145mm a 100mm. Jakmile je forma zaplněna třemi nohami vloží z opačné strany robot (poz.3) ložnou podlahu z dopravníku (poz.13). Nyní je již paleta kompletní. Dojde tedy ke sbití a po vykonání procesu robot (poz.3) vloží paletu na mezioperační zásobník (poz.14). Odsud putuje přes otočný stůl I. (poz.16) buď na zmetkový dopravník II. (poz.19) nebo na ořezávací stůl (poz.26). Zde proběhne ořezání vnitřních hran nohou. Následuje stanoviště pro ořezání rohů pomocí pil (poz.28) a dále vypálení (poz.25) normalizačních znaků do palety. Po vykonání dojde ke skladování palet (poz.24) na sebe, stohování (poz.23) a přesun na expediční dopravník (poz.21).

3.4.1 Schéma varianty „C“



Obr.14 Schéma varianty „C“

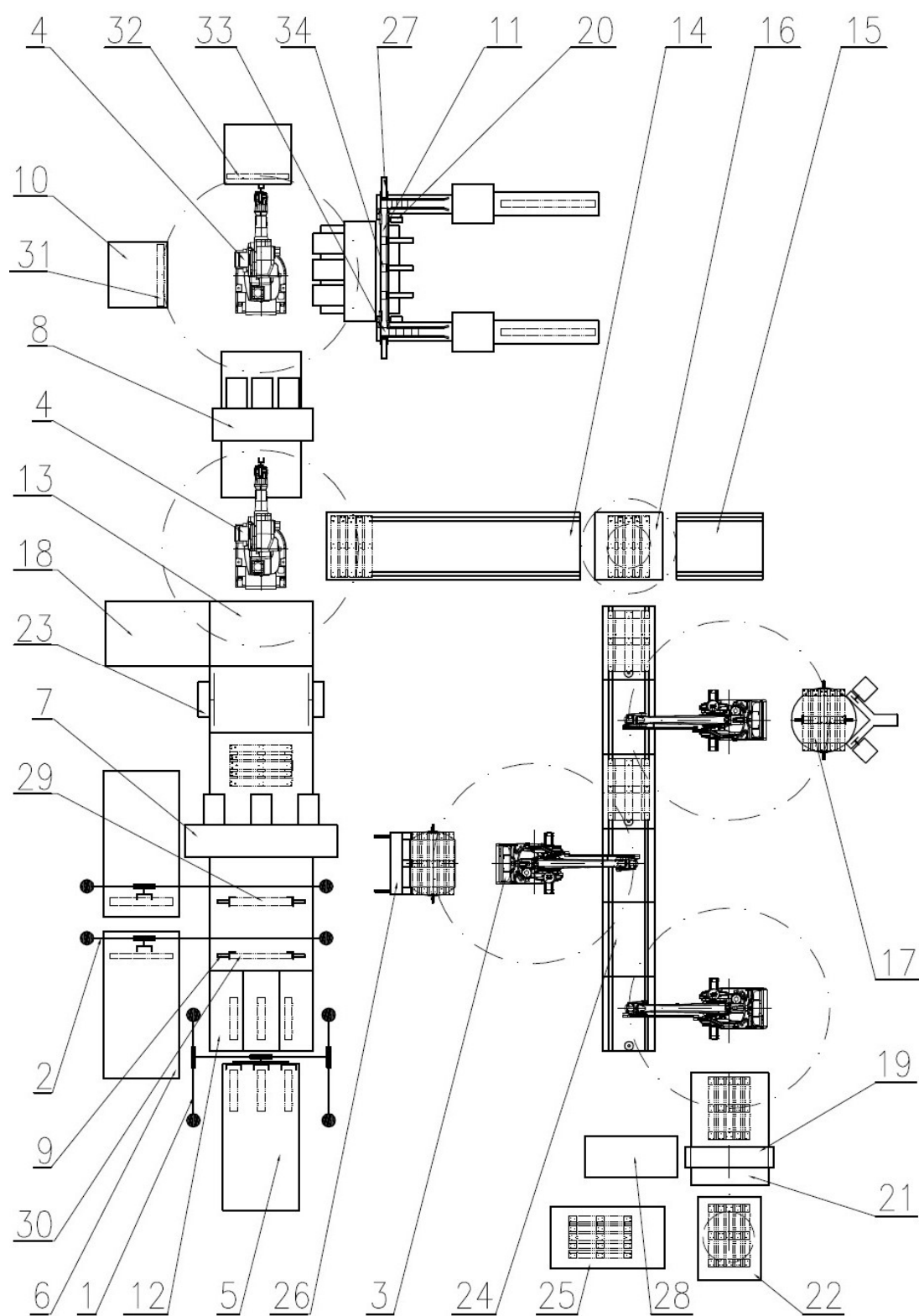
3.4.2 Odkazová tabulka varianty „C“

<i>Pozice</i>	<i>Druh zařízení</i>
1	Portálový manipulátor GUDEL I.
2	Portálový manipulátor GUDEL II.
3	Robot ABB IRB 2400-20/1,81
4	Paletomat I.
5	Zásobník pol. – svlak (pol. 800x145x22mm)
6	Zásobník podélných desek (pol. 1200x100x22mm)
7	Sbíječ paletomatu I.
8	Sbíječ paletomatu II.
9	Zásobník podélných desek (pol. 1200x100x22mm)
10	Zásobník ložných desek (pol. 1200x145x22mm)
11	Pásový dopravník špalků
12	Vypalovací dopravník
13	Mezioperační zásobník I.
14	Mezioperační zásobník II.
15	Mezioperační zásobník III.
16	Otočný stůl I.
17	Otočný stůl II.
18	Zmetkový dopravník I.
19	Zmetkový dopravník II.
20	Vyrážeč
21	Expediční dopravník
22	Dopravník páskovače
23	Páskovač
24	Skladovací automat II.
25	Elektrický odporový vypalovač
26	Ořezávací stůl
27	Vyrážeč
28	Ořezávací pila
29	Skladovací automat I.
30	Pol. – krajní přířez ložné podlahy (1200x145x22mm)
31	Pol. – vnitřní přířez ložné podlahy (1200x100x22mm)
32	Pol. – střední přířez opěrné podlahy (1200x100x22mm)
33	Pol. – krajní přířez opěrné podlahy (1200x100x22mm)
34	Pol. – špalík II. (145x145x78mm)
35	Pol. – špalík I. (145x100x78mm)

Tab.5 Odkazová tabulka varianty „C“

3.5 VARIANTA „D“

V následujícím variantě byly obměněny především stanoviště na dokončovací operace. Vstupní část linky se vyskytuje opět u paletomatu I. (poz.7). Zdrojem zásobování uvedeného paletomatu jsou tři zásobníky polotovarů. V případě vnitřních a krajních přířezů (poz.29,30) se jedná o zásobníky (poz.6) umístěné po levé straně od paletomatu. V případě svlaků je to zásobník (poz.5) v čele paletomatu. Manipulace desek se realizuje pomocí portálových manipulátorů (poz.1,2). Paletomat provede automatický cyklus sbíjení horní podstavy palety tj. ložné podlahy. Veškeré spoje uskuteční sbíječ paletomatu I (poz.7). Po vykonání operace postupuje ložná podlaha po článkovém dopravníku ke skladovacímu automatu (poz.23), který skládá zhotovené podlahy na sebe. Po tuto fázi je výroba všech 3 druhů výrobků totožná. Tedy při výrobě jednoúčelových palet a bednění zde výroba končí. Vzniklý stoh putuje dále přes mezioperační dopravník I. (poz.13) na expediční dopravník (poz.18). V případě výroby EUR palet odebírá robot (poz.4) z mezioperačního zásobníku I. (poz.13) vyrobené ložné podlahy a vkládá je do sbíjecí formy paletomatu II. (poz.8). Z opačného konce RTP vznikají opěrné podlahy tzv. nohy palety. Nejprve dochází k řezání špalíků I. a II. (poz.33,34). Výstupní dopravník posouvá nařezané polotovary do koncového vyrážače pásového dopravníku (poz.20) posunou špalíky na již vložený polotovar (poz.33) a dojde ke sbití nohy. Pomocí robotu jsou postupně vkládány do sbíjecí formy paletomatu II. (poz.8) nohy šířky 100mm, 145mm a 100mm. Jakmile je forma zaplněna třemi nohami vloží z opačné strany robot (poz.4) ložnou podlahu z dopravníku (poz.13). Nyní je již paleta kompletní. Dojde tedy ke sbití a po vykonání procesu robot (poz.4) vloží paletu na mezioperační zásobník (poz.14). Odsud putuje přes otočný stůl I. (poz.16) buď na zmetkový dopravník II. (poz.15) nebo pokračuje na další operace. Po přejetí mezioperačního zásobníku (poz.24) paleta doputuje k již vysunutému dorazu. Tento zaručí ustavení v přesné poloze pro odebrání robotem (poz.3). Robot přemístí paletu na otočný stůl II. (poz.17), kde dojde k ořezání rohů ve dvou cyklech a poté návrat zpět na dopravník. Tento systém je u každé následující operace tj. vypalování normalizačních znaků (poz.26) a uložení na dopravník páskovače (poz.21). Vykoná se stohování pomocí páskovače (poz.19) a odsun na expediční dopravník (poz.22).

3.5.1 Schéma varianty „D“**Obr.15** Schéma varianty „D“

3.5.2 Odkazová tabulka varianty „D“

<i>Pozice</i>	<i>Druh zařízení</i>
1	Portálový manipulátor GUDEL I.
2	Portálový manipulátor GUDEL II.
3	Robot ABB IRB 660-180/3,15
4	Robot ABB IRB 2400-20/1,81
5	Zásobník pol. – svlak (pol. 800x145x22mm)
6	Zásobník podélných desek (pol. 1200x100x22mm)
7	Sbíječ paletomatu I.
8	Sbíječ paletomatu II.
9	Zásobník podélných desek (pol. 1200x100x22mm)
10	Zásobník ložných desek (pol. 1200x145x22mm)
11	Pásový dopravník špalků
12	Paletomat I.
13	Mezioperační zásobník I.
14	Mezioperační zásobník II.
15	Mezioperační zásobník III.
16	Otočný stůl I.
17	Ořezávací stolice
18	Zmetkový dopravník I.
19	Páskovač
20	Vyrážeč
21	Dopravník páskovače
22	Otočný stůl II.
23	Skladovací automat I.
24	Mezioperační zásobník
25	Expediční dopravník
26	Elektrické odporové razidlo
27	Vyrážeč
28	Páskovací zásobník
29	Pol. – krajní přířez ložné podlahy (1200x145x22mm)
30	Pol. – vnitřní přířez ložné podlahy (1200x100x22mm)
31	Pol. – střední přířez opěrné podlahy (1200x100x22mm)
32	Pol. – krajní přířez opěrné podlahy (1200x100x22mm)
33	Pol. – špalík II. (145x145x78mm)
34	Pol. – špalík I. (145x100x78mm)

Tab.6 Odkazová tabulka varianty „D“

4. VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY ŘEŠENÍ

4.1 HODNOTOVÁ ANALÝZA

Všechny zmíněné varianty řešení budou nyní podrobeny hodnotové analýze. Bude použita osvědčená metoda porovnávání v trojúhelníku párů. Prvním krokem bude návrh nejefektivnějších rozhodovacích kritérií, podle kterých budeme hodnotit a následovně rozebírat každou navrženou variantu. Po porovnání variant docílíme pomocí kritérií významnosti a výpočtů k optimální variantě (viz [5]).

4.1.1 Bodovací stupnice

Uvedená a doporučená bodovací stupnice nyní dopomůže vybraným expertům zhodnotit jednotlivá kritéria, což povede k následnému statickému zpracování dat.

<i>Úroveň</i>	<i>Hodnota</i>
vysoká	1
dobrá	2
průměrná	3
nízká	4
nevyhovující	5
nepříznivý stav	6

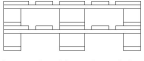

Tab.7 Bodovací stupnice

<i>Významnost</i>	<i>Hodnota</i>
nejvyšší	2
nejnižší	1

Tab.8 Významnost

4.1.2 Kritéria hodnocení a jejich významnost

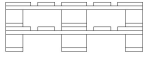
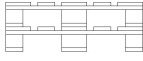
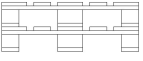

Nyní budou navržena jednotlivá kritéria z různých stránek pohledu. Souhrnné hodnocení výsledného řešení se tedy opírá o stupně plnění jednotlivých kritérií. V našem případě je uvedeno sedm nejdůležitějších kritérií, jenž mají vysoké postavení při volbě optimální varianty (viz. Tab. 9).

<i>Označení kritéria</i>	<i>Kritérium</i>	<i>Charakteristika</i>
K1	Náklady na manipulační prostředky	Požizovací finanční náročnost
K2	Takt linky	Frekvence výroby
K3	Pŕdorysná plocha dispozice	Prostorová náročnost
K4	Poččet manipulačních prostředků	Roboty, Manipulátory
K5	Stav vstupních polotovarů	a) Výroba polotovarů součástí linky b) Doprava již zhotovených polotovarů
K6	Mezioperační zásobníky desek	U varianty linky s řezáním polotovarů se zásobníky nevyskytují
K7	Způsob stohování palet	a)  b) 

Tab.9 Kritéria hodnocení a jejich významnost

4.1.3 Volba a hodnocení kritérií

Váha významností kritérií objektivizuje celkové hodnocení, ale přitom citlivě určuje jejich prioritu, a proto je třeba věnovat jejímu stanovení mimořádnou pozornost.

	<i>Variant A</i>	<i>Variant B</i>	<i>Variant C</i>	<i>Variant D</i>
K1	přípustné	nízke	vysoké	přesahující
	3	2	4	5
K2	2 palety/min	3 palety/min	2 palety/min	1 paleta/min
	2	1	2	4
K3	35 x 35m	35 x 30m	35 x 35m	35 x 45m
	2	2	2	3
K4	3 x robot 0 x manipulátor	1 x robot 2 x manipulátor	2 x robot 3 x manipulátor	5 x robot 3 x manipulátor
	2	1	3	6
K5	řezání desek pilou	hotové desky	hotové desky	hotové desky
	2	1	1	1
K6	po polovině operací	po většině operací	po většině operací	po třetině operací
	3	2	2	4
K7				
	2	2	2	1

Tab.10 Volba a hodnocení kritérií

4.1.4 Metoda porovnávání v trojúhelníku párů

V následné fázi dojde k porovnání jednotlivých kritérií. Experti budou postupně posuzovat významnost dvou vůči sobě postavených kritérií.

1.expert – **Bc. Jindřich Smetánka**

Porovnávání páry kritérií						Počet voleb v	Pořadí
K1 K2	K1 K3	K1 K4	K1 K5	K1 K6	K1 K7	5	1. – 2.
	K2 K3	K2 K4	K2 K5	K2 K6	K2 K7	3	3.
		K3 K4	K3 K5	K3 K6	K3 K7	2,5	4. – 5.
			K4 K5	K4 K6	K4 K7	5	1. – 2.
				K5 K6	K5 K7	2	6.
					K6 K7	2,5	4. – 5.
						1	7.

Tab.11 Hodnocení 1.experta

2.expert – **Ing. Miroslav Hrádek**

Porovnávání páry kritérií						Počet voleb v	Pořadí
K1 K2	K1 K3	K1 K4	K1 K5	K1 K6	K1 K7	3,5	4.
	K2 K3	K2 K4	K2 K5	K2 K6	K2 K7	4	3.
		K3 K4	K3 K5	K3 K6	K3 K7	1	6.
			K4 K5	K4 K6	K4 K7	0	7.
				K5 K6	K5 K7	5,5	1.
					K6 K7	5	2.
						2	5.

Tab.12 Hodnocení 2.experta

3.expert – Bc. Lenka Otrusínová

Porovnávané páry kritérií						Počet voleb v	Pořadí
K1 K2	K1 K3	K1 K4	K1 K5	K1 K6	K1 K7	3,5	3.
	K2 K3	K2 K4	K2 K5	K2 K6	K2 K7	5,5	1.
		K3 K4	K3 K5	K3 K6	K3 K7	4,5	2.
			K4 K5	K4 K6	K4 K7	2	6.
				K5 K6	K5 K7	2,5	5.
					K6 K7	3	4.
						0	7.

Tab.13 Hodnocení 3.experta

4.expert – Bc. Jan Sztefek

Porovnávané páry kritérií						Počet voleb v	Pořadí
K1 K2	K1 K3	K1 K4	K1 K5	K1 K6	K1 K7	5,5	1. – 2.
	K2 K3	K2 K4	K2 K5	K2 K6	K2 K7	5,5	1. – 2.
		K3 K4	K3 K5	K3 K6	K3 K7	1	6.
			K4 K5	K4 K6	K4 K7	4	3.
				K5 K6	K5 K7	2,5	4. – 5.
					K6 K7	0	7.
						2,5	4. – 5.

Tab.14 Hodnocení 4.experta

5.expert – Bc. Barbora Valtová

Porovnávané páry kritérií						Počet voleb v	Pořadí
K1 K2	K1 K3	K1 K4	K1 K5	K1 K6	K1 K7	5,5	1.
	K2 K3	K2 K4	K2 K5	K2 K6	K2 K7	4,5	2. – 3.
		K3 K4	K3 K5	K3 K6	K3 K7	1	6.
			K4 K5	K4 K6	K4 K7	4,5	2. – 3.
				K5 K6	K5 K7	0	7.
					K6 K7	2,5	5.
						3	4.

Tab.15 Hodnocení 5.experta

4.1.5 Koeficient významnosti

Příklad výpočtu koeficientu významnosti q_i u kritéria **K1**. Další kritéria se počítají obdobným způsobem.

$$q_1 = \frac{E_{11} + E_{21} + E_{31} + E_{41} + E_{51}}{N}$$

$$q_1 = \frac{5 + 3,5 + 3,5 + 5,5 + 5,5}{5}$$

$$q_1 = 4,6$$

Legenda :

E_{11} ...počet voleb 1. experta u K1

E_{31} ...počet voleb 3. experta u K1

E_{51} ...počet voleb 5. experta u K1

E_{21} ...počet voleb 2. experta u K1

E_{41} ...počet voleb 4. experta u K1

N ...počet expertů

<i>Kritérium</i>	<i>Koeficient významnosti q_i</i>
K1	4,6
K2	4,5
K3	2
K4	3,1
K5	2,5
K6	2,6
K7	1,7

Tab.16 Koeficient významnosti**Výpočet váženého indexu :**

Příklad výpočtu:

$$I_{ij}' = I_{ij} \cdot q_i$$

$$I_{ij}' = 3 \cdot 4,6$$

$$I_{ij}' = 13,8$$

Legenda :

 q_i ...váha významnosti i-tého parametru I_{ij}' ...index změny i-tého parametru j-té varianty

VARIANTA „A“				
<i>Kritérium</i>	<i>Hodnota</i>	<i>Váha významnosti kritérií q_i</i>	<i>Index změny I_{ij}</i>	<i>Vážený index kritéria $I_{ij} \cdot q_i$</i>
K1	3	4,6	3	13,8
K2	2	4,5	2	9,0
K3	2	2,0	2	4,0
K4	2	3,1	2	6,2
K5	2	2,5	2	5,0
K6	3	2,6	3	7,8
K7	2	1,7	2	3,4
Celkový součet indexů I_{ij}' varianty „A“				49,2

Tab.17 Celkové hodnocení varianty „A“

VARIANTA „B“				
<i>Kritérium</i>	<i>Hodnota</i>	<i>Váha významnosti kritérií q_i</i>	<i>Index změny I_{ij}</i>	<i>Vážený index kritéria $I_{ij} \cdot q_i$</i>
K1	2	4,6	2	9,2
K2	1	4,5	1	4,5
K3	2	2,0	2	4,0
K4	1	3,1	1	3,1
K5	1	2,5	1	2,5
K6	2	2,6	2	5,2
K7	2	1,7	2	3,4
Celkový součet indexů I_{ij} varianty „B“				31,9

Tab.18 Celkové hodnocení varianty „B“

VARIANTA „C“				
<i>Kritérium</i>	<i>Hodnota</i>	<i>Váha významnosti kritérií q_i</i>	<i>Index změny I_{ij}</i>	<i>Vážený index kritéria $I_{ij} \cdot q_i$</i>
K1	4	4,6	4	18,4
K2	2	4,5	2	9,0
K3	2	2,0	2	8,0
K4	3	3,1	3	9,3
K5	1	2,5	1	2,5
K6	2	2,6	2	5,2
K7	2	1,7	2	3,4
Celkový součet indexů I_{ij} varianty „C“				55,8

Tab.19 Celkové hodnocení varianty „C“

VARIANTA „D“				
<i>Kritérium</i>	<i>Hodnota</i>	<i>Váha významnosti kritérií q_i</i>	<i>Index změny I_{ij}</i>	<i>Vážený index kritéria $I_{ij} \cdot q_i$</i>
K1	5	4,6	5	23,0
K2	4	4,5	4	18,0
K3	3	2,0	3	6,0
K4	6	3,1	6	18,6
K5	1	2,5	1	2,5
K6	4	2,6	4	10,4
K7	1	1,7	1	1,7
Celkový součet indexů I_{ij} varianty „D“				80,2

Tab.20 Celkové hodnocení varianty „D“

4.1.6 Vyhodnocení a určení nejvýhodnější varianty

V následné tabulce je uvedeno finální rozhodnutí o volbě optimální varianty. Jedná se o variantu „B“ jejíž popis a další podrobnosti jsou uvedeny ve druhém bodě.

<i>Varianta</i>	<i>Celkový součet vážených indexů I_{ij}</i>	<i>Pořadí</i>
A	49,2	2.
B	31,9	1.
C	55,8	3.
D	80,2	4.

Tab.21 Celkové vyhodnocení

5. VYPRACOVÁNÍ PROJEKTU PRO VÝROBU PALET

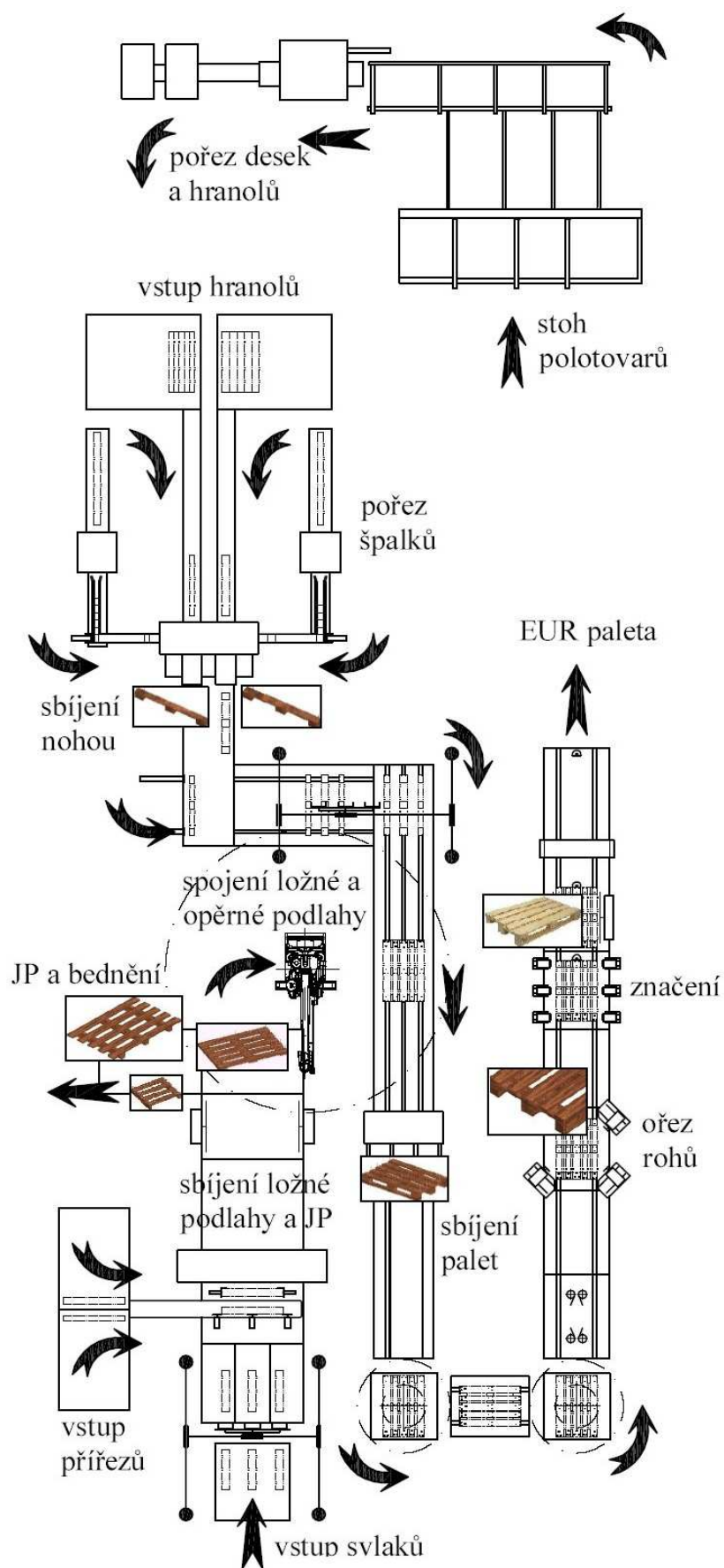
5.1 ÚČEL A FUNKCE PROVOZNÍHO ZAŘÍZENÍ A CÍL PROJEKTOVÉHO ŘEŠENÍ RTP

Hlavním účelem vzniku robotizovaného pracoviště je především zvýšení produktivity a efektivnosti při výrobě EUR palet. Důležité však je dodržení stabilizace kvality a splnění všech dalších požadavků. Z hlediska správné funkce návrhu RTP je třeba vycházet z rozměrů výrobku (polotovarů), tvaru, hmotnosti, počtu kusů ve výrobní dávce, uchopení atd. Konkrétní popis technologických parametrů výrobku je uveden v kapitole 1.

5.2 TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY

Prvním rokem systémového postupu je zvládnutí problematiky výrobního procesu tj. technologie výroby. Jestliže toho docílíme je třeba zvolit správný technologický postup. Základním pravidlem je řádně analyzovat výrobek a jeho funkce, od kterých se následně vyvíjí technologie výroby, materiálový tok, manipulace s polotovary a výrobkem, doprava, skladování atd.

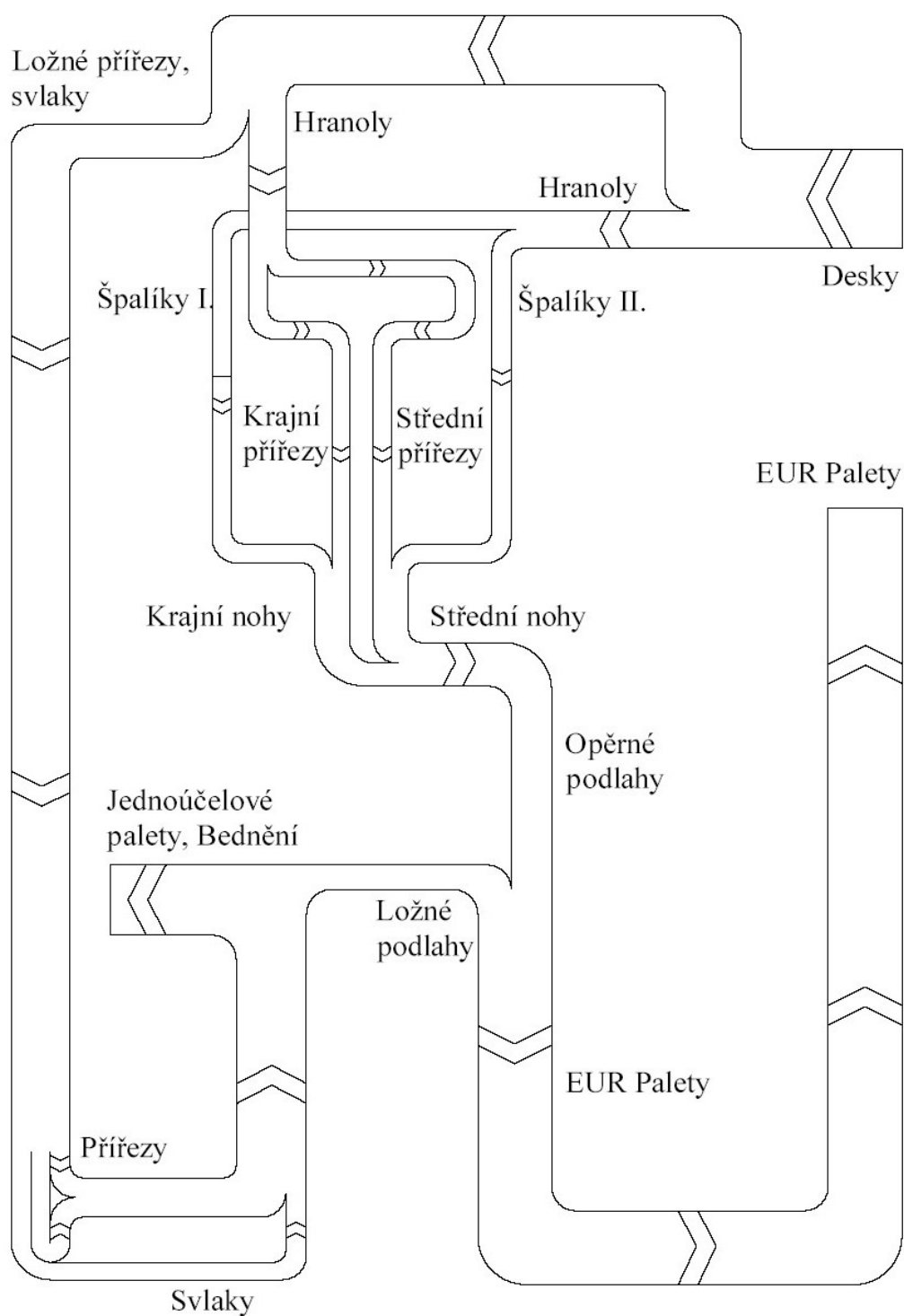
Pro názornost je uvedeno schéma technologického postupu (viz. Obr.16). Počátek výroby představuje vložení stohu polotovarů pomocí vysokozdvížného vozíku nebo jeřábu na třídící zásobník pily CRP. Jedná se o zařízení, jenž dokáže rozebrat stoh 6-ti metrových desek na jednotlivé kusy a následně přes řetězové dopravníky dopravit desky až do pily, kde jsou řezány potřebné polotovary. Tyto jsou poté odsouvány pásovým dopravníkem k vyhazovači, který skládá desky na odebírací místo. Odsud je obsluha rozváží po celém pracovišti pomocí vysokozdvížného vozíku a plní jednotlivé zásobníky. Poté následuje výroba ložné podlahy na prvním paletomatu. Z opačné strany dochází ve stejném časovém sledu k výrobě nohou. Tyto poté putují po dopravníkové trati až k pracovnímu prostoru robotu. Zde dochází ke spojení ložné a opěrné podlahy a následnému sbití. Hrubý polotovar pokračuje na další opracování (ořez rohů a vnitřních hran, normalizační značení). Ve finální fázi dojde ke stohování a odsunu k expedici. Jako spojovací materiál bude použito konvexních hřebíků. Tyto mají speciálně upravený povrch drážkováním, jenž slouží jako zajištění proti zpětnému vytažení. Podrobný popis je již uveden v bodě 2.3.



Obr.16 Technologický postup výroby

5.3 MATERIÁLOVÝ TOK - SANKEYŮV DIAGRAM

K dobré názornosti řešení materiálového toku nám dopomůže právě Sankeyův diagram. Jedná se o schéma, jehož tvar je totožný s tvarem pracoviště. V jednoduchosti nám ukazuje směr a intenzitu materiálového toku. Dále jsou zřetelné vstupy polotovarů a výstupy výrobků.



Obr.17 Sankeyův diagram

Pracovníci 1 směny :

- 1 x vedoucí směny
- 2 x programátor (popř. seřizovač) – kontrola chodu, opravy
- 2 x dělník – doplňování hřebíků do paletomatu
- 2 x řidič vysokozdvížného vozíku – zásobování, odsun výrobků
- 2 x pracovníci pro import a export zboží.

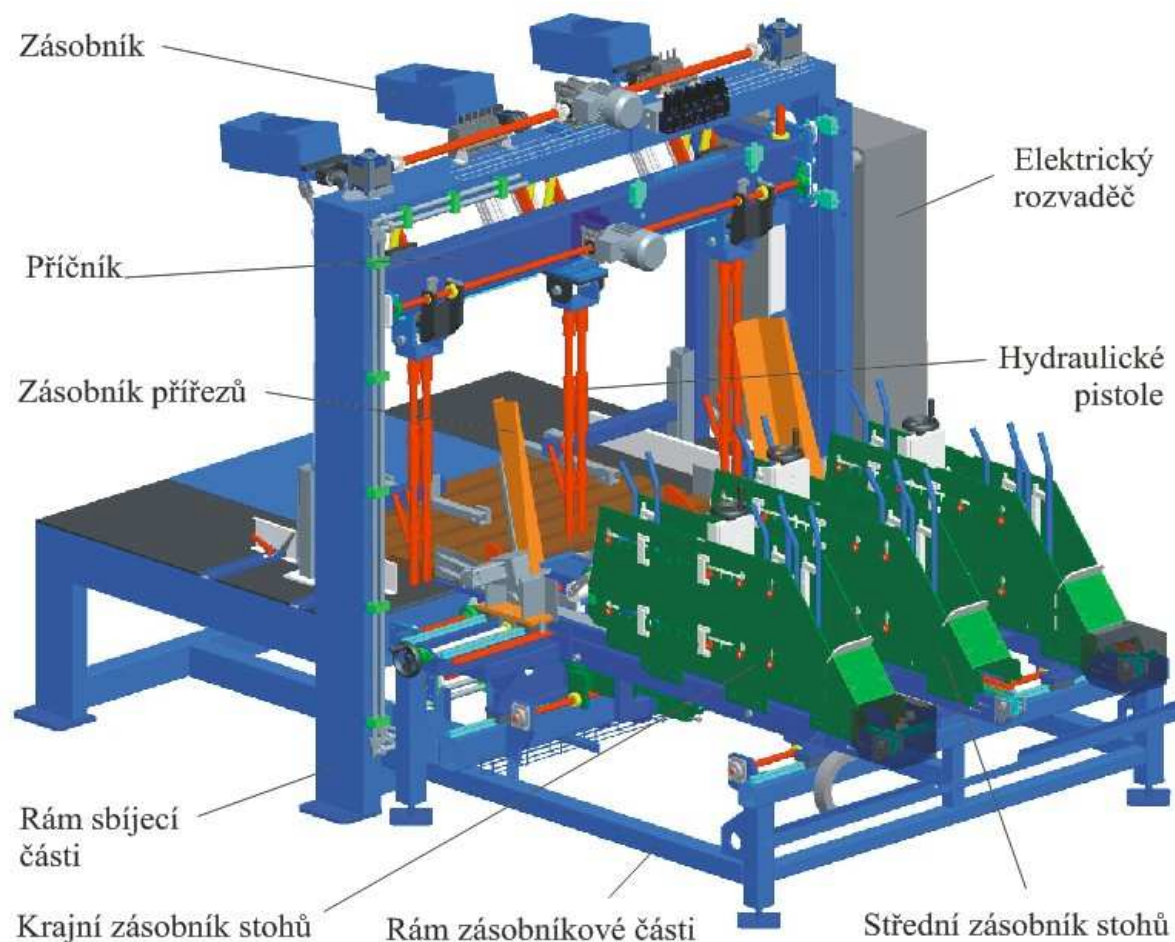
Všichni zaměstnanci musí být proškoleni o chodu celé robotizované linky, bezpečnosti práce, požární ochraně, atd.

5.4 TECHNOLOGICKÉ ZAŘÍZENÍ RTP

5.4.1 Paletomat

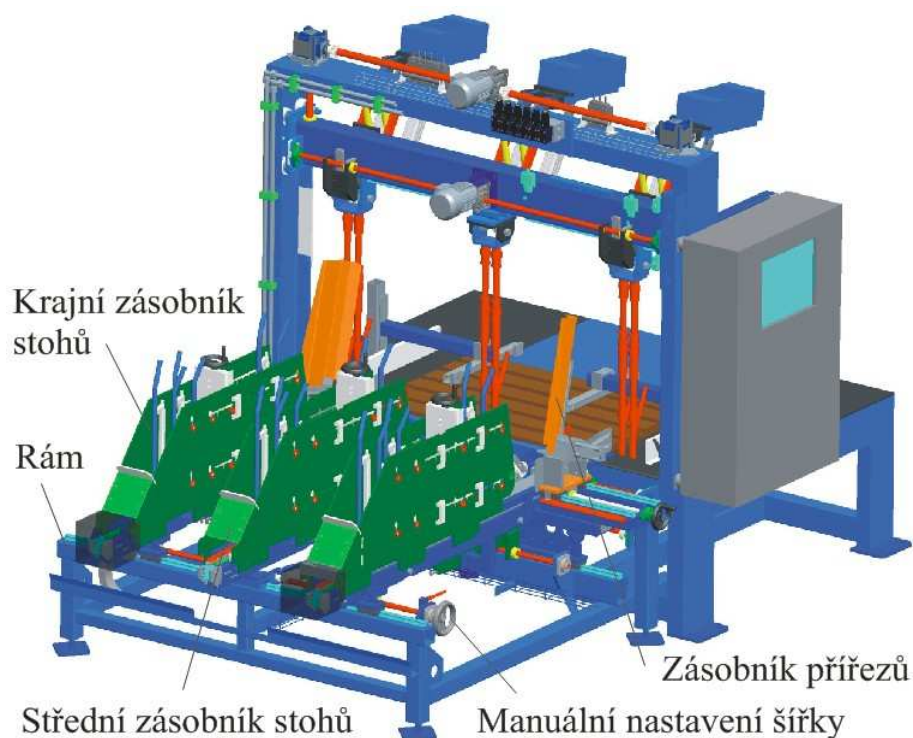
Nejdůležitějším prvkem při tvorbě robotizovaného pracoviště byl návrh a konstrukce paletomatu. Základní vize byla vytvořit zařízení, jenž by bylo schopné samočinně a bez lidské obsluhy provádět zásobování polotovarů ze zásobníku, a dále pomocí jednoduchých manipulačních prostředků přesunout polotovary do pozice, kde by byl proveden automatický cyklus sbíjení spojů.

Na základě požadavkového listu a vývojových konzultací byl tedy navržen a zkonstruován paletomat. Jedná se o poloautomatizované zařízení. Hlavním kritériem byla univerzálnost stroje. Ta měla zajistit výrobu palet (bednění) o různé velikosti, avšak v určitém rozsahu. Paletomat je tedy schopen vyrobit takřka jakoukoliv paletu (bednění) se šířkou od 400mm do 1000mm a délkou od 600mm do 1600mm. Zařízení se skládá ze dvou stěžejních částí. A to zásobníková část a sbíjecí část.

**Obr.18** Paletomat

Zásobníková část

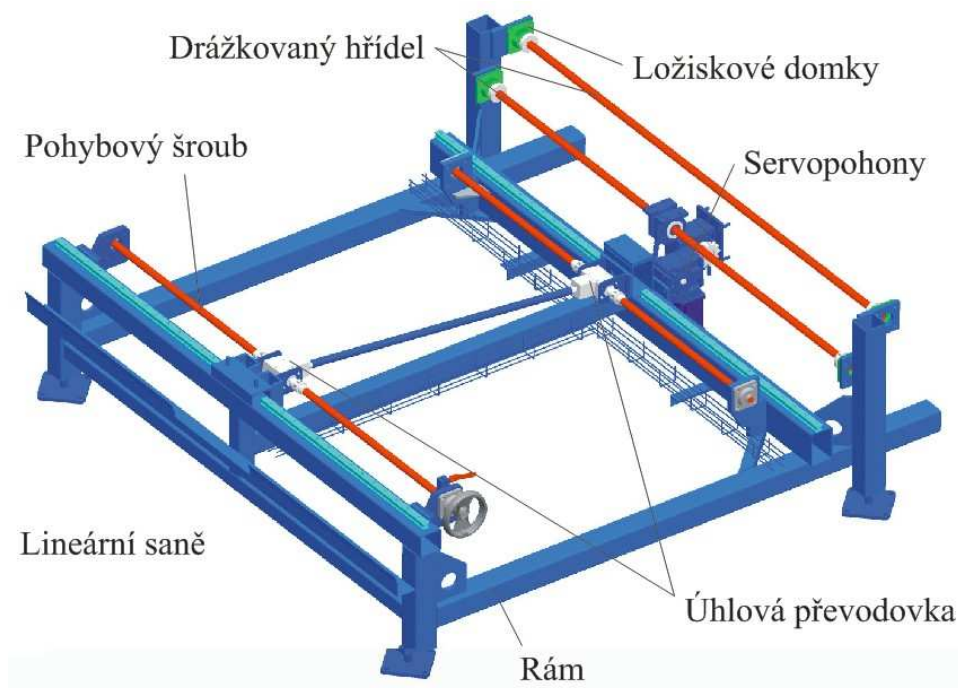
Princip činnosti spočívá především v zásobování svlaků a přířezů do sbíjecího prostoru, kde vzniká ložná podlaha palety nebo jednoúčelová paleta (bednění). Tato část je tvořena třemi dopravníky svlaků, z nichž jeden je pevný a dva posuvné. Dále pak zásobníkem příčných přířezů. Podrobnější popis je uveden v jednotlivých podbodech. Z hlediska pohonů byly zvoleny servomotory, protože je třeba rychle měnit smysl otáčení a krokování (polohování).



Obr.19 Zásobníková část

a) Rám

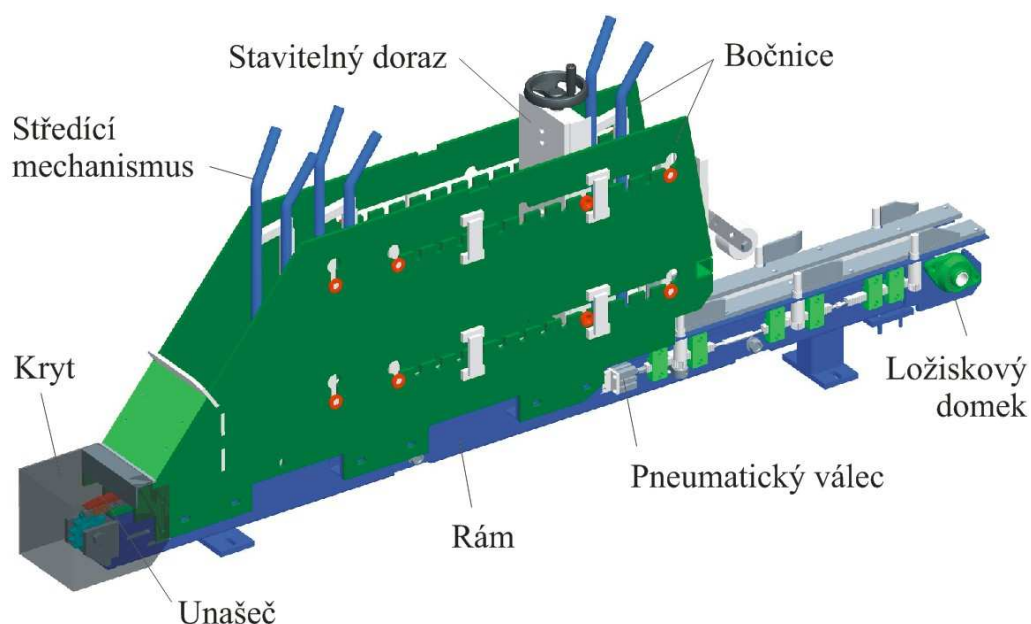
Nosný skelet zásobníkové části paletomatu tvoří svařenec, na němž jsou připevněné a uložené veškeré další prvky. Jedná se o prostřední zásobník svlaků, 2x krajní zásobník svlaků, zásobník středních a vnitřních přířezů ložné podlahy, 3x řetězový dopravník svlaků a 2x dopravník přířezů. Na funkčních plochách obdélníkových profilů jsou přišroubovány lineární saně. Tyto slouží pro uložení posuvných krajních řetězových dopravníků svlaků. Prostřední řetězový dopravník svlaků je pevně přišroubován k rámu. Je nutno podotknout, že v případě svlaků jsou řetězový dopravník a zásobník spojeny. Nastavování polohy krajních zásobníků se realizuje pohybovými šrouby. Tyto jsou uloženy v ložiskových domcích a propojeny úhlovými převodovkami. Tím se docílilo snadného a rovnoměrného posouvání bez zádrhů. Na rámu jsou připevněny také servomotory, jenž pohánějí přes hnací drážkované hřídele všechny dopravníky. Pro konečné vyladění výšky při montáži je rám posazen na stavitelné nohy.



Obr.20 Rám zásobníkové části

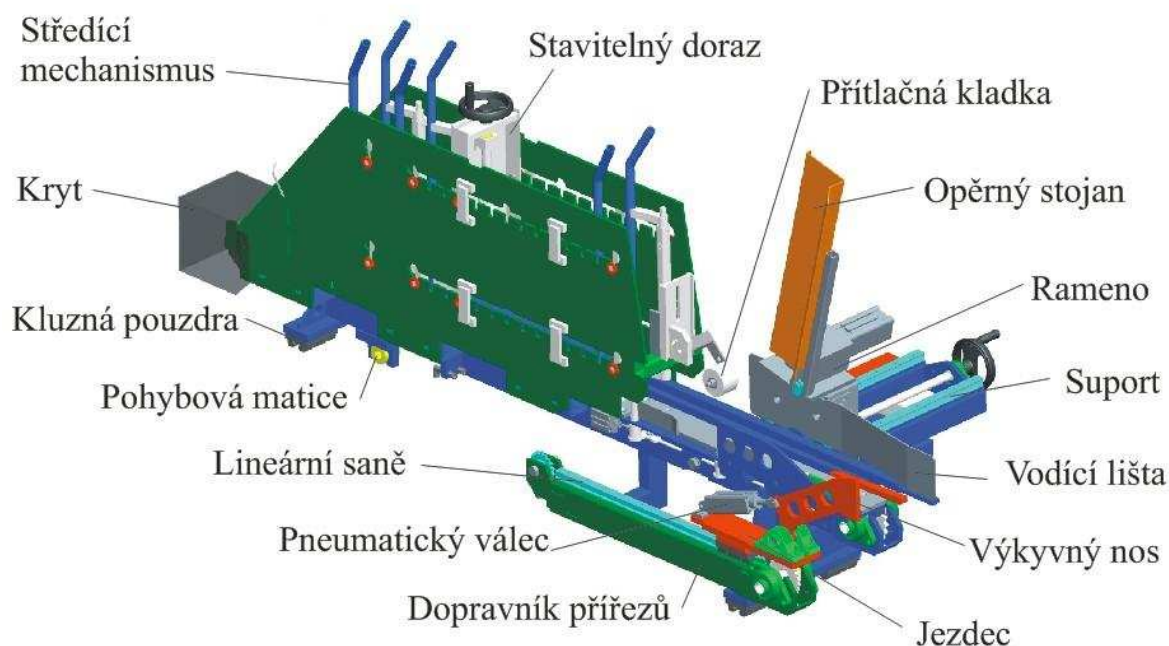
b) Střední zásobník

Jedním z prvků pevně připevněných na rámu je střední zásobník svlaků. Jeho rám tvoří obdélníkový profil. Na zadním konci je uloženo řetězové kolo s nábojem, kterým prochází hnací drážkovaný hřídel. Lze tedy konstatovat, že se jedná o řetězový dopravník. Na řetězu je připevněn unašeč, jenž pomocí vedení drží stále přímočarou trajektorii a slouží k posouvání svlaků do sbíjecího prostoru. Unašeč tedy vykonává přímočarý vratný pohyb v celé délce dopravníku. Jeho úkolem je z hromady desek na sobě naskládaných a uložených v dopravníku vždy vytrhnout tu nejspodnější a pomocí krokových pohybů dotlačit vedený svlak až do konce. Bočnice zásobníku tvoří ocelové výpalky, na nichž je připevněny středící mechanismy, jenž jsou vzájemně propojeny a řízeny pneumatickými válci. Tyto mechanismy nám zaručují vždy přesné vystředění všech dopravovaných desek. Z důvodu požadované univerzality je na bočnicích připevněn výškově stavitelný doraz sloužící k manuálnímu nastavení propustné výšky desky. Při výrobě EUR palet je výška 22mm, avšak u jednoúčelových palet či bednění se tato výška mění. V nebezpečných oblastech je provedeno krytování.

**Obr.21** Střední zásobník**c) Krajní zásobníky**

Jak již bylo uvedeno výše, krajní zásobník tvoří řetězový dopravník, zásobník svlaků a rameno zásobníku přířezů. Konstrukce těchto dopravníků je typově obdobná jako v případě středního zásobníku. Opět se na konci obdélníkového profilu vyskytuje řetězové kolo s nábojem, poháněné hnacím drážkovaným hřídelem. Principy posouvání svlaků, středících mechanismů desek a výškově stavitelných dorazů jsou totožné jako u středních dopravníků. Tyto dopravníky jsou však posuvné z důvodu nastavení vyráběného typu resp. šířky palety (bednění). Spojení s rámem je provedeno pomocí čtyř kluzných pouzder, jenž se posouvají po lineárních saních. K další nástavbě patří rameno zásobníku přířezů. Jedná se o posuvný stojan připevněný na suportu. Ten je zde z důvodu velikosti přesahu desky přes okraj palety. V případě EUR palety se přesah nevyskytuje, avšak u jedno účelových palet popř. bednění tento stav může nastat. Ke stojanu je přišroubovaný ohnutý plech jenž tvoří opěrný stojan pro vložené přířezy ložné podlahy. Tento je vykloněn o 20° od vertikální osy, což zaručí, že všechny desky budou doraženy na potřenou plochu. Celou hromadu na sobě uložených přířezů drží dva pneumatické válce zakončené dosedacími hroty. Tyto při každém impulzu koncového spínače propustí v potřebnou dobu pouze jednu desku, která po sléze dopadá na vodící plochu. Odsud je deska posouvána do sbíjecího prostoru unašečem, který už je ale součástí další nástavby – dopravníku přířezů. Jedná se o řetězový dopravník, jehož rám tvoří obdélníkový profil o délce asi 1200mm a je připevněn ke spodní ploše krajního zásobníku svlaků. Na hřbetu profilu

je přišroubována lineární saně, po níž jezdí kluzné pouzdro. Na toto pouzdro je připevněna deska s malým pneumatickým válcem a výkyvným nosem uloženým v ložiskových domcích. Výkyvného pohybu je potřeba z důvodu podjetí další dopadené desky na vodící plochu při zpětném pohybu jezdce. Pohon je realizován pomocí servomotoru přes další hnací drážkovaný hřídel.



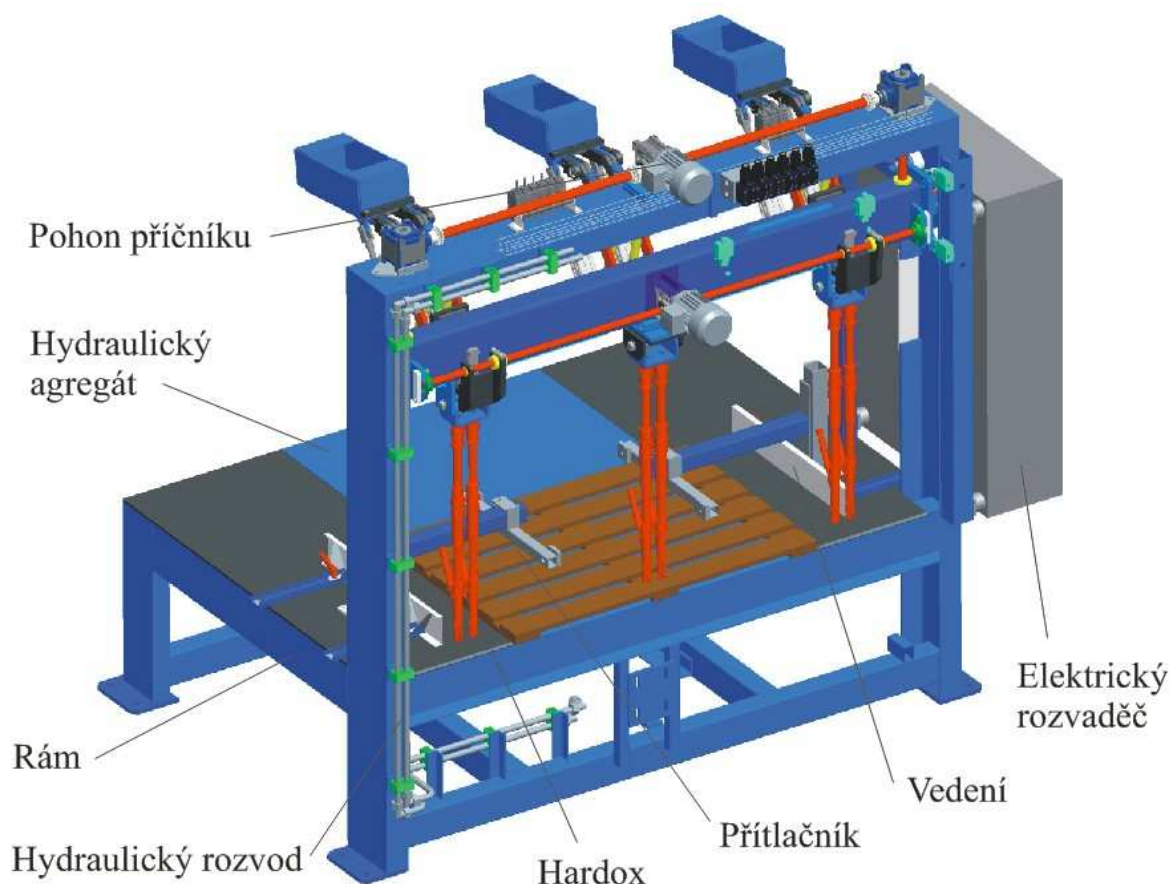
Obr.22 Levý zásobník

Sbíjecí část

Druhou sekcí paletomatu je sbíjecí část. Toto zařízení je přímo závislé na přísunu polotovarů od zásobníkové části. Pomocí tlačných nosů jsou desky ve finálním rozložení krokově posouvány do sbíjecího prostoru pod hydraulické nastřelovací pistole.

a) Rám

Robustní rám tvoří svařenec U-profilů. Ten musí posloužit jako dostatečná tuhá podpora při vykonávání aktu sbíjení. Vznikají zde totiž nadměrné tlaky, které by mohly zapříčinit nežádoucí deformaci rámu. Prostor přesně pod sbíjecími pistolemi je vyplněn tvrdou hardoxovou plotnou zaručující zpětné zahnutí přečnávajícího hrotu hřebíku zpět do dřeva. Pod výstupním stolem se nachází hydraulický agregát, jenž slouží jako zdroj energie pro nastřelovací pistole.

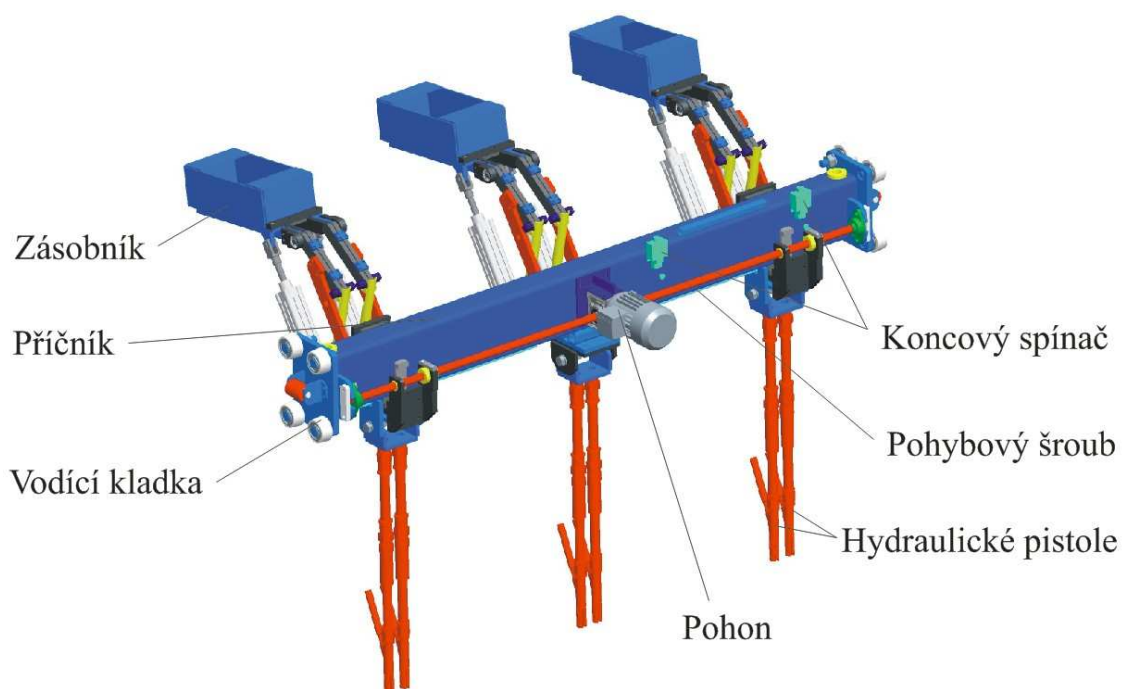


Obr.23 Levý zásobník

b) Příčník

Akčním prvkem pohybujícím se v rámu je posuvný příčník na němž jsou připevněny tři hydraulické pistole a zásobníky. Stykové plochy mezi rámem a nosníkem se nachází ve vnitřním sražení U-profilu (rám) a na čtyřech excentrických kladkách (nosník) z každé strany. Z důvodu potřeby zdvihu je nosník uložen na dvou vertikálních pohybových šroubech z každé strany. Pohon je realizován od centrálního asynchronního motoru, přes převodovku do hnacího hřídele. Ten vede do úhlových převodovek, které dále redukují kroutící moment na vertikální pohybové šrouby. Nepostradatelnou částí jsou však tři nastřelovací hydraulické pistole. Prostřední, připevněna pevně k příčníku a dvě krajní posuvné pistole. Také zde je možnost vodorovného nastavení rozteče. Jako pohon je opět zvolen asynchronní motor s převodovkou, přenášející kroutící moment na pohybový šroub a následně na trapézovou matici. Kritická oblast v době rázu se vyskytuje právě v krajních posuvných pistolích. V případě minimální nebo maximální vzdálenosti pistolí od sebe může dojít k poškození šroubu, ložiska nebo převodovky. Z tohoto důvodu jsou všechny

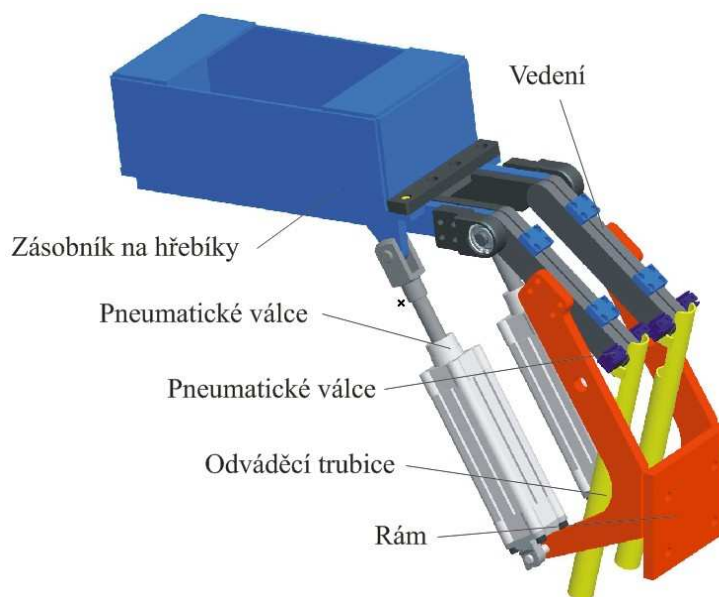
pistole na rámech připevněny přes talířové pružiny. Tyto přenesou ráz na spodní plochu příčnicku, kde se zatížení rozloží.



Obr.24 Sbíjecí část

c) Zásobník

Přídavným zařízením každé pistole je zásobník hřebíků. Ten tvoří box s hardoxovými stěnami pro volně vsypané hřebíky, vodící hranoly a dva pneumatické válce. Celé toto zařízení je pevně sešroubováno a uchyceno k rámu. Princip činnosti spočívá ve sklápění a vyklápění zásobníku o $\pm 25^\circ$ od horizontální osy. Tímto pootočením dojde k převalování hřebíků a následnému zapadávání do zhotovených drážek boxu. Šířka drážky je dostatečně široká pro vnik dřívku hřebíku, ale naopak zastavení se o hlavičku. Poté putuje hřebík po vodících hranolech až k pneumatickým pístkům. Tyto postupně propouští jednotlivé hřebíky v časových prodlevách do hadice vedoucí do pistole.

**Obr.25** Zásobník hřebíků

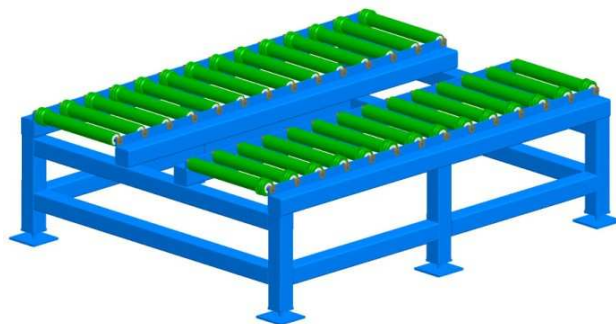
Technické parametry	
Kapacita zásobníků	až 20 desek
Rychlost sbíjení	6-8 palet/min
Příkon servomotoru	0,55kW
Příkon zdvihu příčnicku	1kW
Příkon posuvu pistolí	0,55kW
Kapacita zásobníku	500 hřebíků
Spotřeba vzduchu	60l.min ⁻¹

Tab.22 Technické parametry paletomatu

5.4.2 Dopravníky

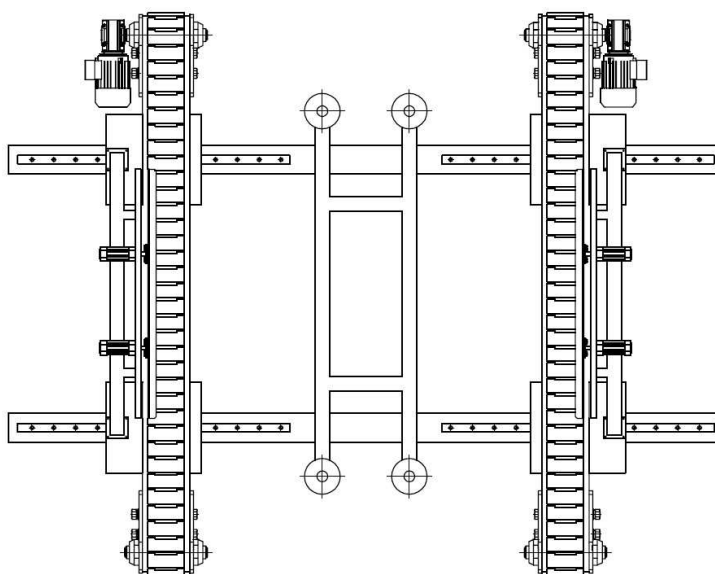
Mezioperační doprava, jenž se uskutečňuje mezi po sobě následujícími operacemi se vyskytuje v celém rozsahu linky. Z tohoto důvodu je navrženo válečkových, článkových a především řetězových dopravníků. Všechny rámy dopravníků jsou na posazeny na výškově stavitelné nohách.

a) Válečkové dopravníky – Pohon se realizuje pomocí asynchronních motorů přes šnekovou převodovku na hnací řetězové kolo. Vždy dva sousední válečky jsou spojeny jedním řetězovým převodem tj. jednostranný pohon.



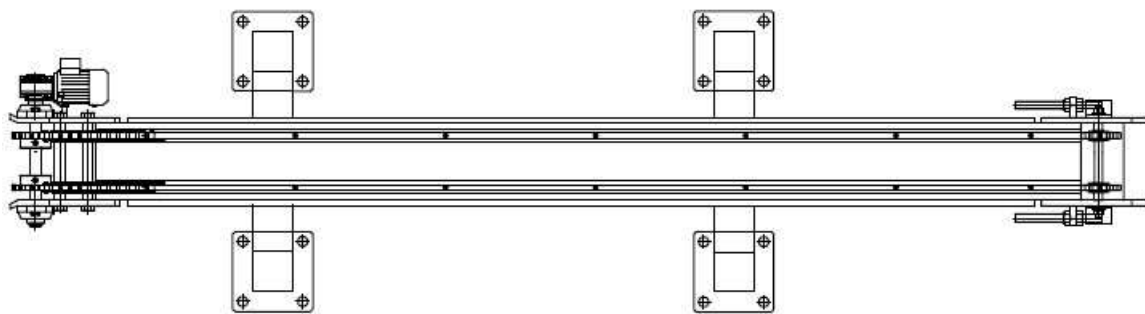
Obr.26 Válečkový dopravník

b) Článekový dopravník – Z důvodu velkého rozsahu rozměrů vyrobených palet (600 x 400mm až 1600 x 1000mm) bylo potřeba zařadit tento typ dopravního zařízení, jehož výhodou je možnost vytvoření souvislé dopravní plochy. Každé rameno je uloženo na posuvných saních a má vlastní pohon. Ve prostřed je zdvižná stolice, sloužící k nadzvedávání každé další vyrobené palety a tím vytvoří stoh. Obě ramena mají také bočnice jenž zabraňují proti sesypání stohu.



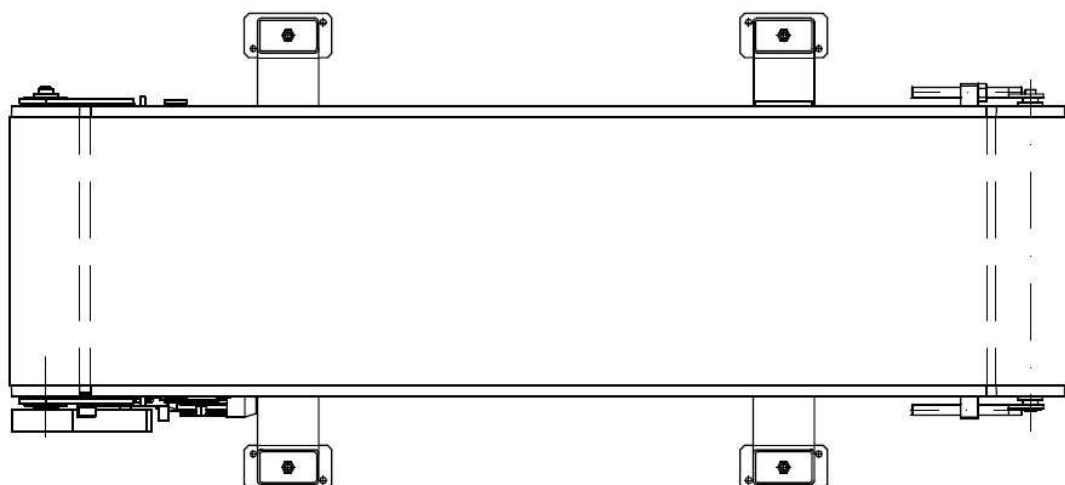
Obr.27 Článekový dopravník

c) Řetězové dopravníky – Vyplňují většinu mezioperační dopravy linky. Velkou výhodou je minimální opotřebení stykového média, tedy řetězu.



Obr.28 Řetězový dopravník

d) Pásové dopravníky – Poslední typ vyskytující se ve výrobní lince. Opět je možnost využití souvislé dopravní plochy. Tohoto faktu je využito v oblastech, kde není souvislá dosedací plocha výrobku ve směru pohybu (např. doprava nohou). V opačném případě by došlo ke kolizi.

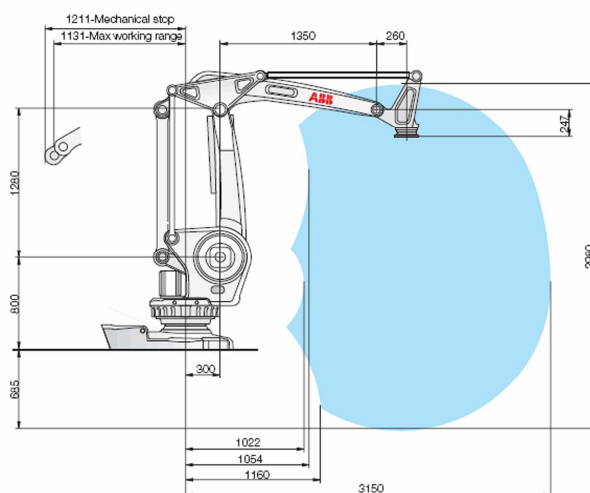


Obr.29 Pásový dopravník

5.4.3 Robot ABB

Jako hlavní manipulační prostředek byl zvolen paletovací robot ABB IRB 660-180/3,15. Jeho úkolem je odebírání zhotovených ložných podlah a následné uložení na opěrnou podlahu přijíždějící po řetězovém dopravníku [8].

Technické parametry	
Nosnost	180kg
Dosah	3,15m
Hmotnost	1650kg
Příkon	3,2kW
Napájecí napětí	200-600V (50-60 Hz)
Hlučnost	73dB



Tab.23 Technické parametry robotu

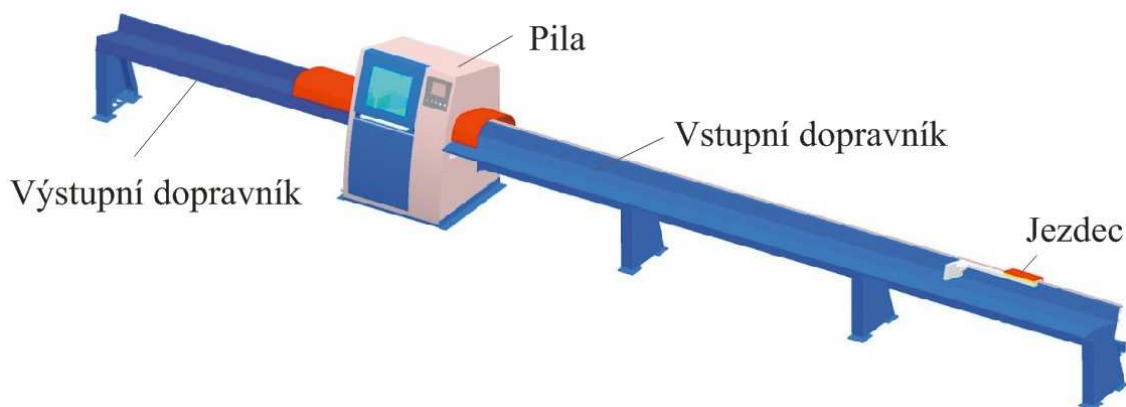
Obr.30 Robot ABB IRB 660-180/3,15

5.4.4 Podstolní pila ProfiCut X50 – PROFI

Jedná se o vysoce produktivní pilu, určenou pro řezání přířezů od 5cm do 6m. Obsluha zadává veškeré hodnoty pomocí operačního panelu. Řezaný polotovár je uchycen horizontálními přitahovači a zároveň vertikálním přitlakem, jenž slouží také jako ochranný kryt. Výhodou je automatické polohování do řezu. Pohon vstupního dopravníku je realizován pomocí servomotoru [11].

Technické parametry	
Polohovací rychlost	90m.min-1
Přesnost	±0,5mm
Rychlost řezu	1s.
Příkon pilového motoru	3kW
Příkon motoru podavače	0,55kW
Tlak vzduchu	6 bar
Hlučnost	76dB

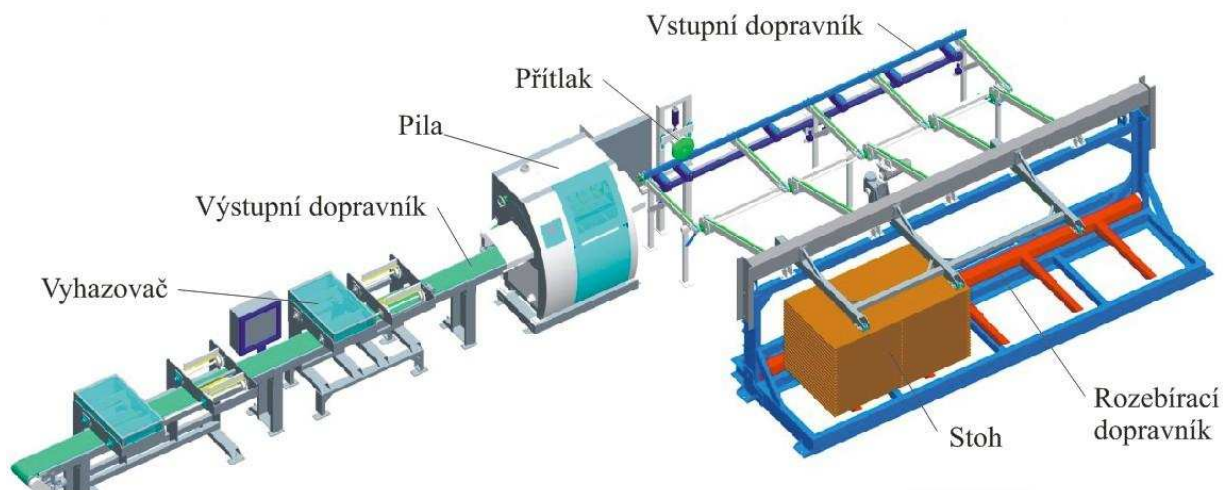
Tab.24 Technické parametry pily



Obr.31 Pila ProfiCUT X50

5.4.5 Pila CRP

Z důvodu požadavku výroby polotovarů, jež měla být součástí linky, byla navržena pila CRP. Toto zařízení plní funkci výroby většiny polotovarů. Jeho výhoda spočívá v plné automatizaci chodu. Vstup tvoří stoh 6-ti metrových desek, který je pomocí vysokozdvizného vozíku vložen do vstupního zásobníku. Spuštěním řídicího programu dojde k postupnému rozebírání stohu, oddělování překladů a posouváním desek na vstupní zásobník pily. Zde se již vykonává obdobný proces jako u všech pořezových zařízení v lince. Dojde k zkrácení desek na požadované polotovary. Tyto jsou odváděny pásovým výstupním dopravníkem a pomocí vyhazovačů skládány na nastavbu manipulačního odbíracího vozíku.



Obr.32 Pila CRP

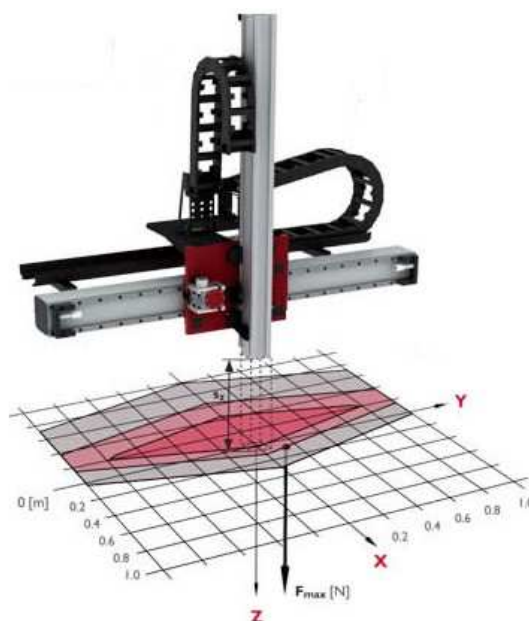
Technické parametry	
Nosnost vstupního rozebíracího dopravníku	10t
Polohovací rychlost dopravníku pily	50m.min-1
Příkon dopravníků	4,22kW
Příkon pily	3kW
Hlučnost	76dB

Tab.25 Technické parametry pily CRP

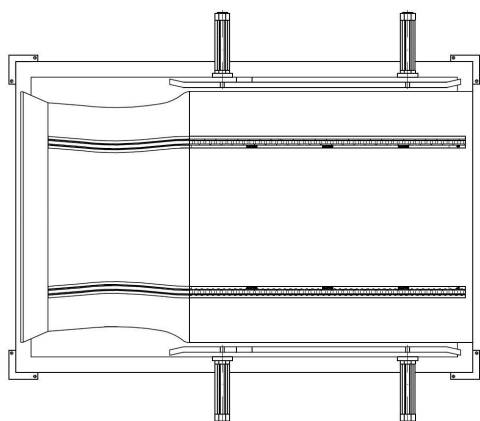
5.4.6 Portálový manipulátor GÜDEL ZP-3

Jedná se o manipulační dvouosé zařízení jehož součástí je podtlakový přísavkový efektor. V RTP jsou použity dvě tato zařízení. První z nich je periferie pro vkládání svlaků do zásobníkové části paletomatu I. (viz Obr.13) a druhý se nachází v oblasti přesunu zhotovených nohou (opěrné podlahy) na řetězový dopravník (viz [13]).

Technické parametry	
Maximální zatížení	630N
Pojezd	2000mm
Zdvih	700mm
Rychlost posuvu	75m.min-1
Hlučnost	65dB

Tab.26 Technické parametry manipulátoru**Obr.33** Portálový manipulátor GÜDEL ZP-3

5.4.7 Automatický zásobník přířezů



<i>Technické parametry</i>	
Příkon	0,55kW
Rychlost posuvu	30m.min ⁻¹

Obr.34 Zásobník přířezů

Tab.27 Technické parametry zásobníku

Důležitou periferií dopravníků je automatický zásobník přířezů. Na pracovišti je použit celkem 5krát. Princip činnosti je takový, že obsluha vysype pomocí vysokozdvížného vozíku nařezané polotovary do žlabu zásobníku. V plechovém žlabu je jsou vedeny dvě řetězové dráhy. Na řetězu jsou připevněny unášedce, jejichž úkolem je odebrat desku ze žlabu, vysunout ji na stůl a následně dopravit na pásový dopravník umístěný na konci řetězové dráhy.

5.4.8 Otočný stůl

Zařízení sloužící k přeměně orientace pohybu přepravovaného zboží. Jedná se o válečkovou trať jejíž rám, zakončený otočným hřídelem je uložen v ložiskovém segmentu. Přenos kroutícího momentu se realizuje ozubeným soukolím.

<i>Technické parametry</i>	
Příkon	0,55kW
Poloměr otáčení	1000mm

Tab.28 Technické parametry stolu



Obr.35 Otočný stůl

5.4.9 Linka konečného opracování

Cyklus konečného opracování se skládá z několika fází. Princip postupu spočívá v přerušované dopravě palety po řetězovém dopravníku. Každé stanoviště, na němž se musí paleta zastavit, je opatřeno koncovým spínačem. Po jeho sepnutí se aktivuje koncový doraz v podobě vertikálního pneumatického pístu. Tento se vysune a zajistí tak potřebnou polohu výrobku pro upnutí a následnou operaci. Nyní bude uveden konkrétní postup.

a) Průběžný frézovací agregát

Vyznačují se automatickým posuvem palety, samostatnou výklopnou motorovou jednotkou s kopírovacím zařízením, mechanickou pružící jednotkou, horní přítlačnou jednotkou a zajišťovacím zařízením vůči zpětnému vrhu.

<i>Technické parametry</i>	
Počet frézovacích agregátů	8ks
Příkon celkem	8kW

Tab.29 *Technické parametry agregátu*

b) Ořez rohů palet

Skládá se ze čtyř kusů kotoučových pil. Obsahuje samostatné výklopné jednotky a odsávací hrdlo se separátorem velkých dílů.

<i>Technické parametry</i>	
Příkon celkem	8kW

Tab.30 *Technické parametry stolu*

c) Vypalování normalizačních znaků

Po aktivaci koncového spínače dojde k pneumatickému přtlaku palety ke konstrukci. Nastává pneumatický posun vypalovacích šablon a elektrické odporové vyhřívání. Zařízení je obohaceno odsávacím hrdlem pro odvod spalin.

<i>Technické parametry</i>	
Počet vypalovacích zařízení	6 ks
Doba vypalování	3 – 20s
Příkon celkem	6kW

Tab.31 Technické parametry odporového vyhřívání

5.4.10 Stohovací zařízení

Poslední stanoviště vyskytující se v robotizovaném pracovišti je stohovací zařízení. Konkrétně se jedná o automatický páskovač palet KZV 111. Jeho úkolem je vytvoření stohu pro následný export. [14]



<i>Technické parametry</i>	
Výkon	60 stohů se 2 úvazky za hodinu
Napájecí napětí	400 V, 50/60 Hz
Příkon celkem	3kW
Hmotnost	1200kg

Tab.32 Technické parametry páskovače

Obr.35 Automatický páskovač KZV111

5.5 MANIPULACE S MATERIÁLEM UVNITŘ PROVOZU

Při řešení manipulace s materiálem se jedná o souhrn operací v přepravě, skladování, technologických operací, balení a expedici. Je třeba navrhovat přímé a nejkratší cesty bez zbytečného křížování a zpětných pohybů, vyloučení zbytečných manipulací s materiálem, přímý a nepřetržitý materiálový tok, atd. Návrhy manipulace s materiálem musí splňovat i požadavky hospodárnosti tzn. efektivnost, systémovost, jednoduchost a optimalizaci materiálového toku. (viz [1]).

5.5.1 Manipulační prostředky

a) Vysokozdvížené vozíky

K dostatečné obsluze všech doplňovaných zařízení bude zapotřebí dvou vysokozdvížných vozíků, z čehož jeden musí mít nosnost minimálně 5t a druhý minimálně 3,5t. Tyto vozíky mají pohon na LPG z důvodu nižší koncentrace škodlivin uvnitř haly (viz [15]).



Obr.36 Vysokozdvížný vozík nosnost 5t

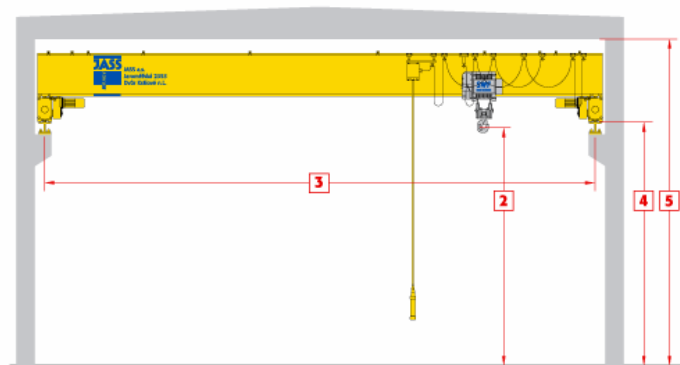


Obr.37 Vysokozdvížný vozík nosnost 3,5t

b) Mostový jeřáb

Nezbytným prvkem pro montáž linky, manipulaci s polotovary a především k nakládání hotových stohů palet na kamion je mostový jeřáb. Nosnost jeřábu je 5t. Pracovní prostor vyplňuje celý funkční objem haly (viz [16]).

<i>Technické parametry</i>		
1.	Nosnost	5t
2.	Výška zdvihu	10m
3.	Rozpětí jeřábu	30m
4.	Výška jeřábové dráhy	10m
5.	Výška stropu	13m

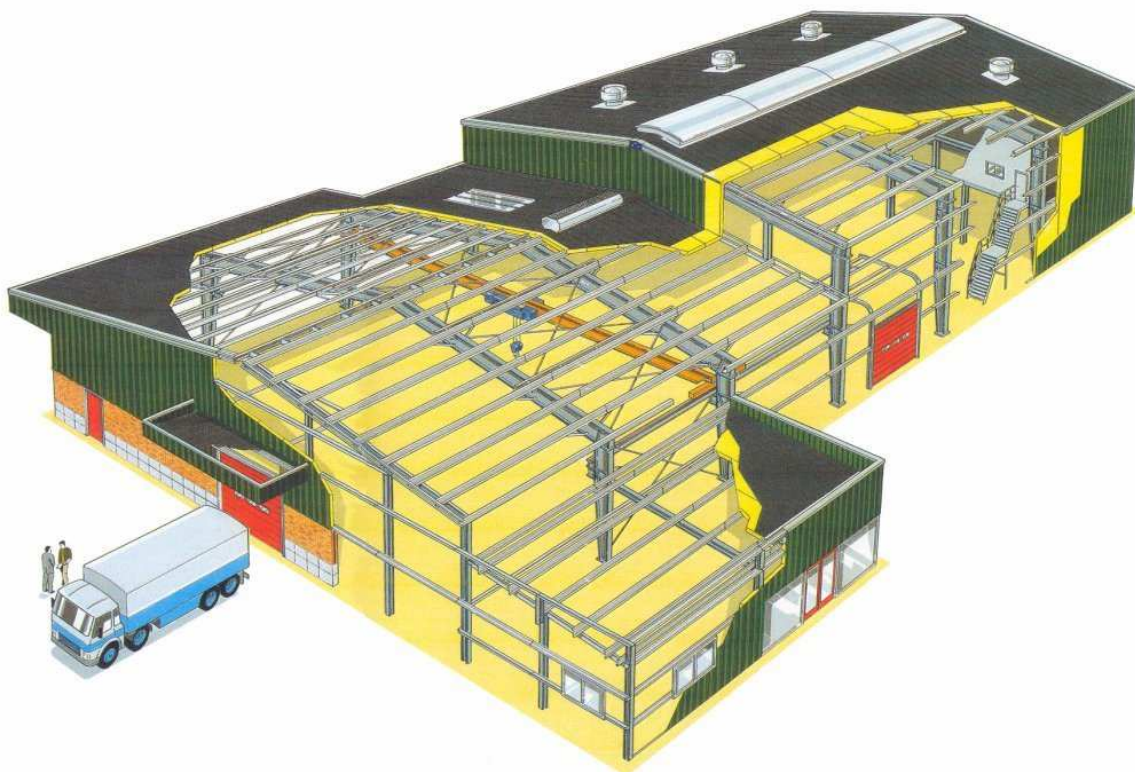
**Tab.33** *Technické parametry jeřábu***Obr.38** *Mostový jeřáb 5t*

c) **Doprava do a z provozního souboru**

Zásobování polotovarů a odbavení hotových stohů palet bude realizováno pomocí kamionové dopravy. Hala je proto opatřena dvěma vjezdy s rozměry 4x5m (šířka x výška) pro tuto dopravu (viz. výkres č.DP-SME120.003). V době záběhu linky bude nutno zjistit počet vyprodukovaných stohů během celého dne a následně sladit tento odbyt s kamionovou dopravou.

5.6 PROPOZICE VÝROBNÍ HALY

Důležitým faktorem pro výrobní činnost jsou provozní prostory. Jestliže by se jednalo o kompletní realizaci projektu včetně výstavby nové haly, je pro lepší názornost nastíněn typ budovy, v níž by se robotizované pracoviště mohlo nacházet (viz Obr.39). Může však také nastat spíše pravděpodobnější možnost, a to zabudování pracoviště do již stávající haly. Ta však nemusí mít požadované rozměry, se kterými je počítáno v tvorbě tohoto projektu. Možné následky tohoto faktu by s sebou nesly půdorysné dispozice linky. Velikost půdorysu je 35 x 30m (délka x šířka) (viz [17]).



Obr.39 Možný typ výrobní haly

- a) Jednotlivé úseky výroby budou napojeny na samostatný kontrolní počítač (PC).
- b) Použité stroje a technologická zařízení budou vybaveny vlastním řídicím modulem přímo od výrobce. Moduly jsou umístěny v bezpečném a nepřekážejícím místě ve vzdálenosti max. 3m od zařízení. Propojení modulů se zařízením bude vedeno ve společných drahách elektrické kabeláže (viz. výkres č.DP-SME120.003).
- c) Roboty, manipulátory, stroje, dopravníky a senzory budou opatřeny řadou bezpečnostních, informativních a provozních čidel popř. spínačů (snímačů).
- d) Pracovní oblast robotů bude ohraničena tzv. optickou závorou (v případě narušení této závory dojde okamžitě k zastavení daného robotu).
- e) Vedoucí směny obsluhující řídicí místnost (PC) bude dávat pokyny dalším pracovníkům kde, kdy a co se má přemístit nebo upravit.

5.8 LÁTKOVÁ BILANCE, POTŘEBA HLAVNÍCH A VEDLEJŠÍCH SUROVIN

Hlavní výrobní surovinou jsou dřevěné desky a hranoly. Jedná se o 6-ti metrové stohy proložené dřevěnými proklady. Další nezbytnou surovinou jsou konvexní hřebíky. Jejich doprava však již není tak složitá jako u dřevěného materiálu. Doplnění hřebíků bude prováděno dvěma dělníky určenými na tuto práci. Ve všech případech budou suroviny dováženy pomocí kamionu do haly, kde budou uskladněny na potřebné místo.

5.9 VÝROBA HLAVNÍCH A VEDLEJŠÍCH VÝROBKŮ, TECHNICKÉ PODMÍNKY A ODBYT

Pracoviště je navrženo jednoúčelově, není tedy možné přizpůsobit linku výrobě jiného výrobku. Robotizované pracoviště je specifické pouze na výrobu palet. V případě obměny výrobního programu by muselo dojít k rekonstrukci pracoviště. Jak již bylo zmíněno v bodě 1., na robotizovaném pracovišti bude probíhat výroba 3 druhů výrobků. Jedná se o EUR palety, jednoúčelové palety a dřevěné bednění. Po procesu výroby dochází k vytvoření stohů, což je přepravní podoba výrobků.

Norma UIC 435 předepisuje vhodné prostředí, ve kterém je možno skladovat polotovary, a proto se doporučuje tato pravidla dodržovat. Mezi nejhorší patří především vysoká vlhkost výrobních a skladovacích prostor. V opačném případě může dojít ke vzniku vad dřeva např. hniloba, plíseň nebo škůdci. Tento negativní faktor může vést k razantnímu snížení zaručených pevnostních podmínek a životnosti.

Z hlediska plynulosti odbytu hotových stohů z pracoviště, bude ve výpočtové zprávě uveden výpočet produktivity výroby 1 pracovní směny čímž určíme frekvenci exportu.

5.10 ODPADNÍ LÁTKY, ZPŮSOB VYUŽITÍ

Hlavní odpadní látkou při výrobě palet jsou dřevěné odřezky rohů a piliny. U každého stanoviště, kde budou vznikat piliny, bude instalováno odsávací zařízení. Každý odvod odsávacího zařízení bude napojen na centrální filtrační zásobník. Jednou z možností

jak dále odpad zpracovat je jeho použití při vytápění haly. Tento fakt by bylo nutné projednat s odborníky, zda by se jednalo spíše o výhodu nebo přítěž (dostatečná účinnost vytápění, pracovní síla navíc, atd.)

5.11 SKLADOVACÍ A MEZISKLADOVÉ PROSTORY

Veškerý skladovaný materiál se nachází v hale, v prostoru určeném na skladování jak polotovarů, tak i výrobků. Tyto prostory jsou vyřešeny tak, aby byla možná bezproblémová manipulace uskladněného materiálu pomocí mostového jeřábu. Stejný případ platí i pro manipulaci s vysokozdvížným vozíkem (viz. [2])

5.12 ROSPIS ENERGIÍ, INSTALOVANÉ VÝKONY

Provoz využívá 3 druhy energie (elektrickou, pneumatickou, hydraulickou). Hydraulický pohon využívají pouze nastřelovací pistole hřebíků na paletomatu. Každý z použitých paletomatů však má vlastní hydraulický agregát. Nemusí být tedy centrální rozvod v hale. Z hlediska pneumatiky je již potřeba rozvodu (viz výkres č.DP-SME120.003). Slouží k zásobování tlaku především čteně použitých pneumatických válců. Z tohoto důvodu je proveden rozvod stlačeného vzduchu s maximálním pracovním tlakem 0,6 MPa (6bar).

Elektrická energie je rozvedena z rozvodné skříně umístěné v rohu provozního souboru k jednotlivým pracovištím v kanálech. Těchto kanálů je také využito pro rozvod stlačeného vzduchu, který je do provozního souboru přiveden v potrubí vedeném po stěně. Rozmístění přípojek a celkový rozvod je vyznačen opět ve výkrese č.DP-SME120.003.

Rozpis elektrických přípojek					
	Druh zařízení	Počet ks	Příkon I_{ks} [kW]	Celkový příkon [kW]	Napájecí napětí [V]
E1	Robot IRB 660-180/3,15	1	3,2	3,2	3PEN – 200-600V 50/60Hz
E2	Paletomat I.	1	20,7	20,7	3PEN – 400V 50Hz
E3	Paletomat II.	1	20,7	20,7	3PEN – 400V 50Hz
E4	Paletomat III.	1	20,7	20,7	3PEN – 400V 50Hz
E5	Pila CRP	1	7,22	7,22	3PEN – 400V 50Hz
E6	ProfiCut X50	2	3,55	7,1	3PEN – 400V 50Hz
E7	Frézovací agregát	8	0,75	6	3PEN – 400V 50Hz
E8	Ořezávací kotoučové pily	4	1,5	6	3PEN – 400V 50Hz
E9	Odporový vyhřívač	6	1	6	3PEN – 400V 50Hz
E10	Páskovač KZV111	1	3	3	3PEN – 400V 50/60 Hz
E11	Manipulátor GÜDEL ZP-3	2	1	2	3PEN – 400V 50 Hz
E12	Zásobníky přířezů	5	0,55	2,75	3PEN – 400V 50 Hz
E13	Zdvíž	2	0,55	1,1	3PEN – 400V 50 Hz
E14	Otočný stůl	3	0,75	2,25	3PEN – 400V 50 Hz
E15	Řetězové dopravníky	6	0,55-0,75	3,65	3PEN – 400V 50 Hz
E16	Článekové dopravníky	2	0,55	1,1	3PEN – 400V 50 Hz
E17	Válečkové dopravníky	7	0,55	3,85	3PEN – 400V 50 Hz
E18	Vyhazovač	1	0,55	0,55	3PEN – 400V 50 Hz
E19	Odsávací zařízení	1	0,37	0,37	3PEN – 400V 50 Hz
E20	Řídicí systémy strojů a zař.	-	-	-	1PEN – 230V 50Hz
Špičkový příkon celkem				118,22kW	

Tab.34 Rozpis elektrických přípojek

Vzhledem k době aktivní činnosti jednotlivých zařízení v průběhu výroby 1 směny je zvolen součinitel náročnosti pro toto pracoviště $\beta_1 = 0,85$

Výpočtové zatížení celého pracovního souboru :

$$P_p = P_s \cdot \beta_1$$

$$P_p = 151,74 \cdot 0,85$$

$$P_p = 100,487 \text{ kW}$$

Předpokládaná roční spotřeba elektrické energie :

$$P_{el} = P_p \cdot E_s$$

$$P_{el} = 100,487 \cdot 3815,2$$

$$P_{el} = 383378 \text{ kWh/rok}$$

5.13 VOLBA A ZPŮSOB PROVEDENÍ TEPELNÝCH IZOLACÍ

Způsob provedení tepelné izolace výrobní haly je nutno zadat specializované stavební firmě zabývající se touto problematikou.

5.14 POVRCHOVÁ ÚPRAVA, BAREVNÉ ŘEŠENÍ ZAŘÍZENÍ A PROSTOR

a) Výrobek

Veškerý použitý materiál pro výrobu palet musí být ošetřen pomocí všech STOP prostředků na ochranu dřeva.

b) Stroje a zařízení

Z hlediska povrchové úpravy je každý stroj opatřen nástřikem (nátěrem) dle designového sortimentu dodavatele. V případě manipulačních prostředků, jejichž pracovní prostor dosahuje mimo stacionární oblast (roboty, manipulátory), je použito výstražných barev (červená, oranžová).

Ve výrobní hale je navrženo barevné značení podlah (žlutočerný výstražný pruh), jenž upozorňuje především před nebezpečným prostorem. Jsou vytýčeny jednotlivé sektory jako např. výrobní prostor, únikové cesty, prostor pro volný pohyb a mezioperační dopravu, skladovací a meziskladové prostory, atd.



Obr.40 Výstražný pruh

5.15 ZVLÁŠTNÍ POŽADAVKY NA ZPRACOVÁNÍ DALŠÍ DOKUMENTACE

Mezi další doplňkovou dokumentaci bychom mohli zařadit např. detailní rozkreslení ukotvení strojů, rozvod elektřiny a pneumatiky včetně přípojek

5.16 ZVLÁŠTNÍ POŽADAVKY NA MONTÁŽ LINKY

Při montáži strojů v hale je nutno dodržet přesnou polohu všech strojů, manipulačních prvků a zařízení.

5.17 POŽADAVKY NA PRŮKAZ DOSAŽENÍ HODNOT KOMPLEXNÍHO VYZKOUŠENÍ A ÚSPĚŠNÉHO UKONČENÍ ZKUŠEBNÍHO PROVOZU

Před předáním stavby uživateli, je nutno zajistit u jednotlivých institucí, aby byly provedené potřebné kontroly a byly vydané průkazy opravňující provozovat tuto stavbu. (viz [2]).

5.18 POŽADAVKY NA POŽÁRNÍ SIGNALIZACI

Po celé hale budou rozmístěné teplotní a kouřové senzory, které včas upozorní na případný vznik požáru. V hale je rozmístěno několik protipožárních systému, jenž obsahují hasicí přístroj pěnový a práškový, hydrant s vodou a hasicí hadice. V několika místech v hale budou rozmístěny tlačítka hlásiče požáru. V přímé blízkosti tohoto tlačítka bude centrální vypínač elektrické energie, aby v případě požáru ihned po ohlášení požáru došlo k vypnutí elektrické energie a mohlo být zahájené hašení požáru. (viz [2]).

6. TECHNICKO EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ DOSAŽENÝCH VÝSLEDKŮ

Z hlediska ekonomického hodnocení efektivnosti investic je potřeba hlubší studie projektu. Stěžejním předpokladem pro docílení hrubého odhadu nákladů je zjištění ceny každého výrobního zařízení nacházejícího se na pracovišti. Jelikož se jedná pouze o studijní účely, ne každý prodejce uvede cenovou hodnotu prodávaného zboží. Je tedy nutno čerpat alespoň z dosavadně obdržených informací. V našem případě je výhodou, že dle požadavkového listu bylo nutno použít výrobního sortimentu firmy, což vede ke snadnějšímu zjištění finančních nákladů. Pro snadnější orientaci jsou v tabulce uvedeny ceny dvojího druhu (odhadovaná, přesná). V cenové rozvaze se však nevyskytují ceny jeřábu a dalších nevýrobních prvků. Zjištění přesných cen bylo provedeno na základě konzultace s ekonomickými pracovníky firem (robot, paletomaty, pila CRP, pila ProfiCUT) či poptávkového on-line internetového formuláře (páskovač KZV).

<i>Druh zařízení</i>	<i>Počet [ks]</i>	<i>Odhadovaná cena [eur]</i>	<i>Přesná cena [eur]</i>
Robot IRB 660-180/3,15	1	-	48 330
Paletomat I.	1	-	44 610
Paletomat II.	1	-	22 305
Paletomat III.	1	-	22 305
Pila CRP	1	-	61 350
ProfiCut X50	2		37 860
Linka na dokončovací operace	1	26 000	-
Páskovač KZV111	1	-	32 702
Manipulátor GÜDEL ZP-3	2	37 200	-
Dopravníky a tratě	n	22 500	-
Otočný stůl	3	16 500	-
Zásobníky polotovarů	5	40 890	-
Vysokozdvíhový vozík	2	92 940	
Zdvíž	2	15 000	-
Jednotlivé ceny		251 030	269 462
Cena celkem		520 492 eur ≈ 14 001 235,-Kč	

Tab.35 Technicko-ekonomické zhodnocení

Pozn. Aktuální kurz hodnoty Eura je 26.9 Kč k datu 17.5. 2009

Celkové odhadované náklady na pořízení veškerého zařízení celého provozního souboru:

$$\underline{n_c = 14001235,-\text{Kč}}$$

Po zmapování trhu se prodejní cena EUR palety pohybuje v cenové relaci 250 Kč/ks. Předpokládaná část zisku z 1 vyrobené palety použitá na splácení zařízení tvoří asi 10% zisku. Požadavek výroby na jeden rok je odhadován na 275 000 ks.

$$\underline{z_{1p} = 25,-\text{Kč}}$$

Návratnost provozního souboru:

$$t_{np} = \frac{n_c}{275000 \cdot z_{1p}}$$

$$t_{np} = \frac{14001235}{275000 \cdot 25}$$

$$\underline{t_{np} = 2\text{rok}14\text{dní}}$$

Předpokládaná doba návratnosti je přes 2 roky. Vzhledem k možnému neuvažování zisku z výroby jiných výrobků (z jiných zakázek) se dá očekávat kratší doba návratnosti.

7. VÝPOČTY

7.1 Fond pracovní doby

Dle požadavkového listu bude navržen přerušovaný dvousměnný provoz. Nejprve dojde ke stanovení počtu pracovních dnů v roce, při nichž bude plně využívána robotizovaná linka.

Přerušovaný provoz :

$$D_2 = D_R - D_S - D_N - S_V$$

$$D_2 = 365 - 52 - 52 - 10$$

$$\underline{D_2 = 251 \text{ dnů}}$$

(1)

D_2 ...počet pracovních dnů v roce pro přerušovaný provoz

D_R ...počet dní v roce

Z obdržené hodnoty počtu pracovních dní (1) následuje výpočet nominálního časového fondu pomocí něhož zjistíme počet pracovních hodin v roce.

$$E_2 = D_2 \cdot T_S$$

$$E_2 = 251 \cdot 16$$

$$\underline{E_2 = 4016 \text{ h}}$$

(2)

E_2 ...nominální časový fond

T_S ...počet pracovních hodin ve směnách

Každé výrobní zařízení má nutné pravidelné odstávky na údržbu, seřízení, nahodilé poruchy, rozběh, apod. Tyto ztráty se v nominálním časovém fondu (2) pohybují z pravidla v rozmezí 2-12%. Volím tedy $\eta = 0,05$.

$$E_S = E_2 - \eta \cdot E_2$$

$$E_S = 4016 - 0,05 \cdot 4016$$

$$\underline{E_S = 3815,2 \text{ hod} = 238,45 \approx 239 \text{ dnů}}$$

(3)

E_S ...efektivní roční časový fond

Musíme také ještě započítat potřebu pracovních sil. Stanovíme proto roční efektivní časový fond dělníka – E_D . Získáme ho rozdílem nominálního fondu E_2 a absence dělníka:

- dovolená 3-5 pracovních týdnů
- nemocenské
- vyřizování občanských záležitostí a práce ve veřejných funkcích
- osobní záležitosti atd.

$$E_D = \frac{E_2}{2} - 30 \cdot T_s$$

$$E_D = 2008 - 30 \cdot 8$$

$$E_D = 1768 \text{ hod} = 221 \text{ dnů}$$
(4)

Z výpočtu vidíme, že efektivní roční časový fond (E_S) je po zaokrouhlení 239 dnů (tj. 1907,6 hod.) a roční efektivní časový fond dělníka (E_D) je 221 dnů (tj. 1768 hod).

7.2 Kapacita výroby

Po analyzování všech úkonů pracoviště s ohledem na dobu trvání každé operace a soulad mezi operacemi byl určen výrobní čas 1 palety.

Doba výroby 1 palety :

$$t_{vop} = t_{vlp} = t_{1C}$$

$$t_p = t_{1C} + t_{2C}$$

$$t_p = 95 + 134$$

$$t_p = 229 \text{ s} = 3 \text{ min } 49 \text{ s}$$
(5)

t_{vop} ...doba výroby opěrné podlahy [s^{-1}]

t_{vlp} ...doba výroby ložné podlahy [s^{-1}]

t_{1C} ...doba 1 cyklu výroby [s^{-1}]

t_{2C} ...doba 2 cyklu výroby [s^{-1}]

t_p ...doba výroby 1 palety [s^{-1}]

t_{tL} ...doba taktu linky [s^{-1}]

Čas výroby 1 palety je tedy 229s. Důsledkem výrobního taktu vznikne každá další paleta za 25s.

Počet vyrobených palet za 1 směnu :

$$n_{IS} = \frac{T_s - t_p}{t_{IL}}$$

$$n_{IS} = \frac{28800 + 229}{25}$$

$$\underline{n_{IS} = 1161ks} \quad (6)$$

Z výpočtu je patrné, že produktivita výroby je 1161 ks za směnu.

7.3 Export výrobků

Z důvodu vysoké denní vyprodukované dávky výrobků je nutno řešit následné skladování a export výrobků. Jak již bylo zmíněno, bude se jednat kamionovou dopravu. Evropská norma předepisuje velikost nákladního prostoru kamionu 13500 x 3500 x 3000mm. Jelikož není možné uvažovat se 100% využitím nákladního prostoru kamionu, musíme po propočtu úložný prostor zmenšit. Skutečný použitelný prostor je tedy 13200 x 2400 x 2880mm.

Rozměr stohu :

$$V_s = (s_p \cdot d_p \cdot v_p) \cdot 10$$

$$V_s = (0,8 \cdot 1,2 \cdot 0,144) \cdot 10$$

$$\underline{V_s = 1,3824m^3} \quad (7)$$

s_p ...šířka palety [m]

d_p ...délka palety [m]

v_p ...výška palety [m]

Rozměr použitelného prostoru kamionu :

$$V_k = s_k \cdot d_k \cdot v_k$$

$$V_k = 2,4 \cdot 13,2 \cdot 2,88$$

$$\underline{V_k = 91,2384m^3} \quad (8)$$

s_k ...šířka palety [m]

d_k ...délka palety [m]

v_k ...výška palety [m]

Počet exportovaných stohů 1 kamionem :

$$n_{\text{ex}} = \frac{V_K}{V_s}$$

$$n_{\text{ex}} = \frac{91,2384}{1,3824} \quad (9)$$

$$\underline{n_{\text{ex}} = 66\text{ks}}$$

Počet denních transportů :

$$n_{\text{trd}} = \frac{2 \cdot n_{\text{IS}}}{10 \cdot n_{\text{ex}}}$$

$$n_{\text{trd}} = \frac{2 \cdot 1161}{10 \cdot 66} \quad (10)$$

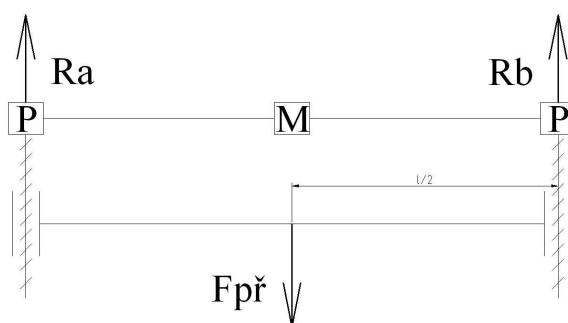
$$\underline{n_{\text{trd}} = 3,52}$$

Jedním transportem je tedy možno přepravit 66ks stohů(660 palet). Docílením výsledků je patrné že výrobní dávku za 2 směny je nutno transportovat třemi kamiony každý druhý den čtyřmi kamiony.

7.4 Konstrukční návrh paletomatu

Návrh pohonu příčnicku :

V první fázi je potřeba vyčíslit zátěž všech prvků, jenž budou působit jako zátěž. Hmotnosti jednotlivých segmentů byly vyčísleny pomocí programu ProEngineer (viz. přílohy).



Hmotnost příčnicku :

$$m_{\text{př}} = m_{\text{přl}} + 3m_{\text{zh}} + 2m_{\text{kon}} + m_{\text{stp}} + 6m_{\text{pis}}$$

$$m_{\text{př}} = 166,04 + 3 \cdot 84,94 + 2 \cdot 23,72 + 7,14 + 6 \cdot 4,86 \quad (11)$$

$$\underline{m_{\text{př}} = 504,6\text{kg}}$$

Tíhová síla příčnicku :

$$F_{\text{př}} = m_{\text{př}} \cdot g$$

$$F_{\text{př}} = 504,6 \cdot 9,81$$

$$\underline{F_{\text{př}} = 4950,13\text{N}} \quad (12)$$

Momentová rovnice :

$$R_a - F_{\text{př}} + R_b = 0$$

$$R_a = R_b = \frac{4950,13}{2}$$

$$\Rightarrow R_a = R_b = \frac{F_{\text{př}}}{2}$$

$$\underline{R_a = R_b = 2475,07\text{N}} \quad (13)$$

Stanovení požadovaného zrychlení :

$$\text{dáno : } s = 0,004\text{m}$$

$$v = 0,1\text{m.s}^{-1}$$

$$a = \frac{v^2}{2s}$$

$$a = \frac{0,1^2}{2 \cdot 0,004}$$

$$\underline{a = 1,25\text{m.s}^{-2}} \quad (14)$$

Síla při rozběhu :

$$F_{\text{ROZ}} = m_{\text{př}} \cdot a$$

$$F_{\text{ROZ}} = 504,6 \cdot 1,25$$

$$\underline{F_{\text{ROZ}} = 630,75\text{N}} \quad (15)$$

Celková zatěžující síla působící na šrouby :

$$F_C = F_{\text{př}} + F_{\text{ROZ}}$$

$$F_C = 4950,13 + 630,75$$

$$\underline{F_C = 5580,88\text{N}} \quad (16)$$

Předběžný výpočet velikosti závitu šroubu

$$\text{dáno : } k_s = 3$$

$$\beta = 1,3$$

$$Re = 230 \text{ MPa}$$

$$\beta \cdot \frac{F_C / 2}{\pi \cdot d_3^2} \leq \frac{Re}{k_s}$$

$$d_3' = 2 \cdot \sqrt{\frac{1,3 \cdot 2790,44 \cdot 3}{\pi \cdot 230}}$$

$$d_3' = 2 \cdot \sqrt{\frac{\beta \cdot F_C / 2 \cdot k_s}{\pi \cdot Re}}$$

$$\underline{d_3' = 7,8\text{mm}} \quad (17)$$

Vypočtený jmenovitý průměr závitu volím dle ČSN 01 4050 z konstrukčního hlediska $d_3 = 18,500\text{mm} \Rightarrow \text{Tr}24 \times 5$

další normalizované hodnoty: $P_h = 5,000$ $d = 24,000$ $D_4 = 24,500$

$d_2 = D_2 = 21,500$ $D_1 = 19,000$ $a_c = 0,25$

Úhel stoupání :

$$\psi = \arctg\left(\frac{P_h}{\pi \cdot d^2}\right)$$

$$\psi = \arctg\left(\frac{5}{\pi \cdot 24^2}\right)$$

$$\underline{\psi = 0,15831 = 0^\circ 9' 30''} \quad (18)$$

Úhel v závitové drážce :

$$\varphi' = \arctg\left(\frac{f_z}{\cos \frac{\beta}{2}}\right)$$

$$\varphi' = \arctg\left(\frac{0,15}{\cos 15^\circ}\right)$$

$$\underline{\varphi' = 8,82704 = 8^\circ 49' 37''} \quad (19)$$

Otáčky šroubu :

$$n_s = 60 \cdot \frac{v}{P_h}$$

$$n_s = 60 \cdot \frac{10}{5}$$

$$\underline{n_s = 120 \text{ ot. min}^{-1}} \quad (20)$$

Kroutící moment :

$$M_k = i \cdot M_{TZ} = i \cdot F_s \cdot (\psi + \varphi') \cdot \frac{d_2}{2}$$

$$M_k = 1 \cdot 2790,44 \cdot (0,15831 + 8,82704) \cdot \frac{21,5}{2}$$

$$\underline{M_k = 4,5 \text{ Nm}} \quad (21)$$

Příkon pohonu šroubu :

$$P = \frac{2\pi \cdot M_k \cdot n_s}{\eta \cdot 60000}$$

$$P = \frac{2\pi \cdot 4,5 \cdot 120}{0,95 \cdot 60000}$$

$$\underline{P = 0,057 \text{ kW}} \quad (22)$$

Nyní navrhne asynchronní 3-fázový motor (nominální otáčky $n_n = 1500 \text{ ot. min}^{-1}$). Typ motoru bude záviset pouze na výkonu, ne však na otáčkách. Nyní je nutno zvolit převodovku dle převodového poměru.

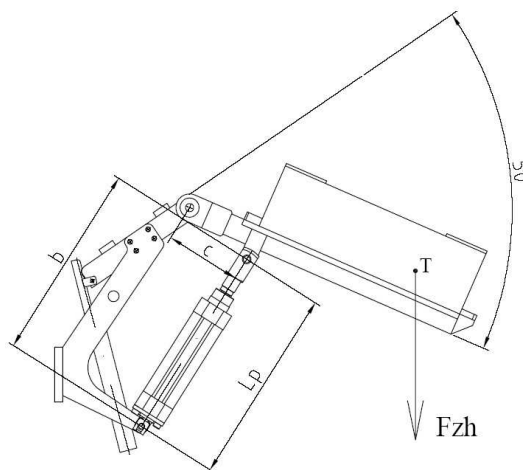
$$i = \frac{1500}{n_g} \qquad i = \frac{1500}{120}$$

$$\underline{i = 12,5} \qquad (23)$$

Dle převodového poměru navrhuji převodovku firmy VARVEL RO23 (technické parametry uvedeny v příloze). K navržené převodovce volím 3-fázový asynchronní motor SIEMENS 1LA7070 (P = 0,37KW).

Navržený motor zcela dostačuje, jelikož potřebný výkon na výstupu převodovky je asi 10x větší než skutečný výkon motoru. Nemí tedy nutné počítat redukované momenty.

7.5 Návrh zdvihu zásobníků :



Výpočet potřebné síly zdvihu :

Zadáno : $c = 140,8\text{mm}$
 $b = 408,7\text{mm}$
 $m_{ZH} = 84,94 \text{ kg}$

$$F_{ZH} = m_{zh} \cdot g \qquad F_{ZH} = 84,94 \cdot 9,81$$

$$\underline{F_{ZH} = 833\text{N}} \qquad (24)$$

$$F_{zd} = F_{ZH} \cdot \frac{c}{b} \qquad F_{zd} = 833 \cdot \frac{140,8}{408,7}$$

$$\underline{F_{zd} = 286,9\text{N}} \qquad (25)$$

Nyní byla navržena síla (25) potřebná ke zdvihu zásobníku. Tato síla se rozdělí mezi 2 pneumatické válce jenž budou zvedat zásobník hřebíků.

Výsledná síla je rovna :

$$F_{Czd} = \frac{F_{zd}}{2} \qquad F_{Czd} = \frac{286,9}{2}$$
$$\underline{F_{Czd} = 143,45N} \qquad (26)$$

Je navržen pracovní tlak stlačeného vzduchu $p = 0,6\text{MPa}$ a uvažuje se s účinností pneumatického válce $\eta = 0,8$.

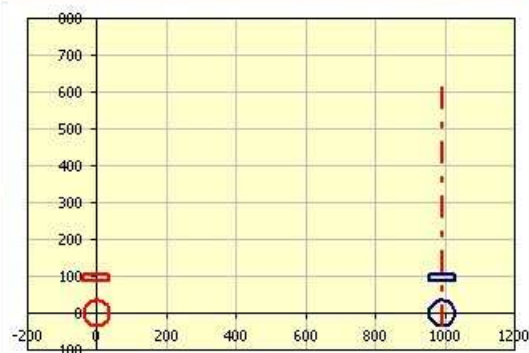
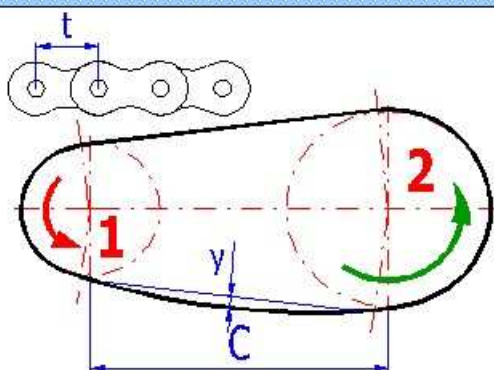
$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{Czd}}{\pi \cdot p \cdot \eta}} \qquad d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot 143,45}{\pi \cdot 0,6 \cdot 0,8}}$$
$$\underline{d_p = 19,5\text{mm}}$$

Z katalogu firmy FESTO (viz [18]) je navržen dvojčinný pneumatický válec s průměrem pístu 32mm a zdvihem 125mm s označením DNC-32-125-P-KP.

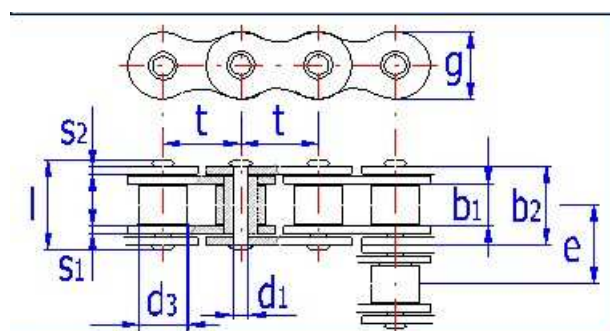
7.6 Návrh řetězového převodu dopravníku přířezů

Řetězové převody			
i	Výpočet bez chyb.	Řet.kolo1	Řet.kolo2
ii	<input type="checkbox"/> Informace o projektu		
Kapitola vstupních parametrů			
1.0 <input checked="" type="checkbox"/> Způsob zatížení, pracovní parametry			
1.1	Jednotky výpočtu	SI Units (N, mm, kW...)	
1.2	Přenášený výkon	P	0.55 0.54 [kW]
1.3	Otáčky řetězového kola (požadované)	n	1000 1000 [/min]
1.4	Otáčky řetězového kola (skutečné)	n	1000 1000.00 [/min]
1.5	Převodový poměr požadovaný / skutečný	i	1.000 1.000
1.6	Krouticí moment	Mk	5.25 5.15 [Nm]
1.7	Typ hnacího stroje (zatížení)	A...Plynulé nebo s malou nerovnoměrností	
1.8	Typ poháněného stroje (zatížení)	B...S malou nerovnoměrností	
1.9	Způsob mazání	D...Bez mazání	
1.10	Počet článků řetězu	Jen sudý	
1.11	Počet zubů kol	Jen lichý	Jen lichý
2.0 <input checked="" type="checkbox"/> Automatický návrh			
2.1	Typ řetězu		
2.2	D...Válečkové řetězy standardní (EU) / DIN 8187, ISO R-606, BS 228		
2.3	Osová vzdálenost pro 'Automatický návrh'	1000.00	Zadaná [mm]
2.4	Rozsah počtu zubů menšího kola	13	13
2.5	Automatický návrh - stiskněte tlačítko	Automatický návrh	
2.6	Třídít výsledky podle parametru	Hmotnost převodu	
2.7	Tabulka řešení		
2.8	Type	z1	z2
2.9	10B - 1	13	13
3.0 <input checked="" type="checkbox"/> Návrh a výpočet			
3.1	Výběr řetězu - Označení (rozteč)	10B - 1 (15.875)	
3.2	Rozteč řetězu / počet řad řetězu	t	15.875 1
3.3	Počet zubů řetězového kola / doporučený	z	13 13 23 (min=12)
3.4	Roztečný průměr	Dp	66.335 66.335 [mm]
3.5	Požadovaná osová vzdálenost / doporučená	C	992.20 635 [mm]
3.6	Skutečná osová vzdálenost / min. - max.	C	992.19 93 - 2540 [mm]
3.7	Počet článků řetězu	X	138 138 <input checked="" type="checkbox"/>
3.8	Délka řetězu	L	2190.75 [mm]
3.9	Rychlost řetězu / max.	v	3.47 < 12.31 [m/s]
3.10	Návrhový výkon / tabulkový	Pp	3.69 < 5.34 [kW]
3.11	Tahová síla / Odstředivá síla	Fu/Fc	158.4 10.9 [N]
3.12	Síla přetržení (tabulka) / Síla na řetěz	FB/Fr	22400 169.2 [N]
3.13	Statický koeficient bezpečnosti proti přetržení	SB	132.38 > 15.48
3.14	Dynamický koeficient bezpečnosti proti přetržení	SD	110.32 > 15.34

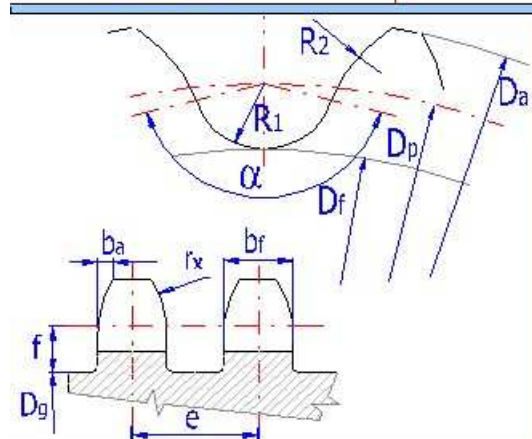
3.14	Dynamický koeficient bezpečnosti proti přetržení	SD	110.32	> 15.34	
3.15	Tlak v kloubu řetězu vypočtený / dovolený	p	2.53	< 11.96	[MPa]
3.16	Míra bezpečnosti kloubu řetězu	SP	4.73	> 1.00	
3.17	Celková hmotnost převodu / řetězu	m	2.56	1.97	[kg]



Kapitola výsledků				
4.0	✓	Výsledky, koeficienty		
4.1		Součinitele pro korigování výkonu		
4.2		Součinitel počtu zubů	K1	1.00 1.45 <input type="checkbox"/>
4.3		Součinitel převodového poměru	K2	1.25 1.25 <input checked="" type="checkbox"/>
4.4		Součinitel rázu (Service factor)	K3	1.20 1.20 <input checked="" type="checkbox"/>
4.5		Součinitel vzdálenosti os	K4	0.89 0.89 <input checked="" type="checkbox"/>
4.6		Součinitel mazání	K5	5.00 5.00 <input checked="" type="checkbox"/>
4.7		Součinitel teploty	K6	1.00 1.00 <input checked="" type="checkbox"/>
4.8		Součinitel životnosti	K7	1.00 1.00 <input type="checkbox"/>
4.9		Výpočet a nastavení koeficientů podle	ISO 10823	
4.10		Doporučený způsob mazání		Tlakové oběžné mazání
4.11		Přípustný způsob mazání		Ponorné mazání v olejové lázni
4.12		Maximální prověšení řetězu	y	19.84 [mm]
4.13		Minimální / Maximální rychlost kola 2		3.37 3.58 [m/s]
4.14		Součinitel nerovnoměrnosti	ξ	5.90 [%]
5.0	✓	Rozměry		



d1	5.080	[mm]
d3	10.160	[mm]
b1	9.650	[mm]
b2	13.280	[mm]
t	15.875	[mm]
g	14.700	[mm]
l	19.600	[mm]
e	0.000	[mm]
s1	1.600	[mm]
s2	1.600	[mm]

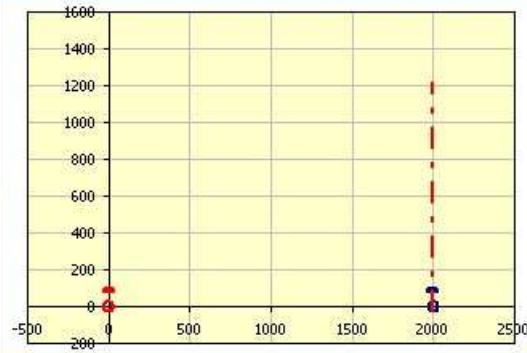
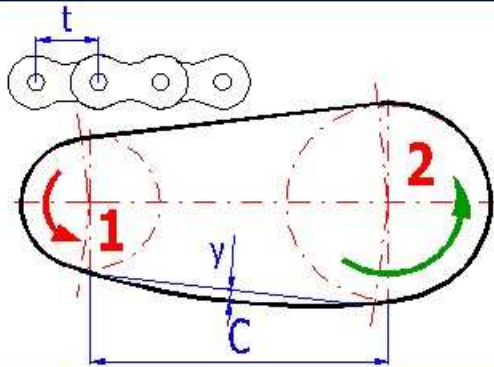


Da	73.717	73.717	[mm]
Dp	66.335	66.335	[mm]
Df	55.925	55.925	[mm]
R1	5.205		[mm]
R2	23.327	23.327	[mm]
α	123.077	123.077	[°]
bf	9.167		[mm]
ba	1.270		[mm]
rx	7.620		[mm]
f	11.113		[mm]
Dg	44.110	44.110	[mm]

7.7 Návrh řetězového převodu dopravníku svlaků

Řetězové převody			
i	Výpočet bez chyb.	Řet.kolo1	Řet.kolo2
ii	Informace o projektu		
Kapitola vstupních parametrů			
1.0 <input checked="" type="checkbox"/> Způsob zatížení, pracovní parametry			
1.1	Jednotky výpočtu	SI Units (N, mm, kW...)	
1.2	Přenášený výkon	P	0,75 0,74 [kW]
1.3	Otáčky řetězového kola (požadované)	n	1500 1500 [/min]
1.4	Otáčky řetězového kola (skutečné)	n	1500 1500.00 [/min]
1.5	Převodový poměr požadovaný / skutečný	i	1.000 1.000
1.6	Krouticí moment	Mk	4.78 4.68 [Nm]
1.7	Typ hnacího stroje (zatížení)	A...Plynulé nebo s malou nerovnoměrností	
1.8	Typ poháněného stroje (zatížení)	B...S malou nerovnoměrností	
1.9	Způsob mazání	D...Bez mazání	
1.10	Počet článků řetězu	Jen sudý	
1.11	Počet zubů kol	Jen lichý	
2.0 <input checked="" type="checkbox"/> Automatický návrh			
2.1 Typ řetězu			
2.2	A...Válečkové řetězy standardní / ASME B29.1		
2.3	Osová vzdálenost pro 'Automatický návrh'	2000.00	Zadaná [mm]
2.4	Rozsah počtu zubů menšího kola	13	13
2.5	Automatický návrh - stiskněte tlačítko		
2.6	Třídít výsledky podle parametru		
2.7	Hmotnost převodu		
2.7 Tabulka řešení			
2.8	Type	z1	z2
2.9	41 - 1	13	13
3.0 <input checked="" type="checkbox"/> Návrh a výpočet			
3.1	Výběr řetězu - Označení (rozteč)	083 (9.525)	
3.2	Rozteč řetězu / počet řad řetězu	t	12.700 1
3.3	Počet zubů řetězového kola / doporučený	z	13 13 23 (min=11)
3.4	Roztečný průměr	Dp	53.068 53.068 [mm]
3.5	Požadovaná osová vzdálenost / doporučená	C	2000.25 508 [mm]
3.6	Skutečná osová vzdálenost / min. - max.	C	2000.25 74 - 2032 [mm]
3.7	Počet článků řetězu	X	328 328 <input checked="" type="checkbox"/>
3.8	Délka řetězu	L	4165.6 [mm]
3.9	Rychlost řetězu / max.	v	4.17 < 13.22 [m/s]
3.10	Návrhový výkon / tabulkový	Pp	3.96 < 5.87 [kW]
3.11	Tahová síla / Odstředivá síla	Fu/Fc	179.9 11.1 [N]
3.12	Síla přetržení (tabulka) / Síla na řetěz	FB/Fr	14172 191.1 [N]
3.13	Statický koeficient bezpečnosti proti přetržení	SB	74.17 > 17.11
3.14	Dynamický koeficient bezpečnosti proti přetržení	SD	61.81 > 15.81

3.15	Tlak v kloubu řetězu vypočtený / dovolený	p	4.34	< 14.52	[MPa]
3.16	Míra bezpečnosti kloubu řetězu	SP	3.35	> 1.00	
3.17	Celková hmotnost převodu / řetězu	m	2.95	2.67	[kg]

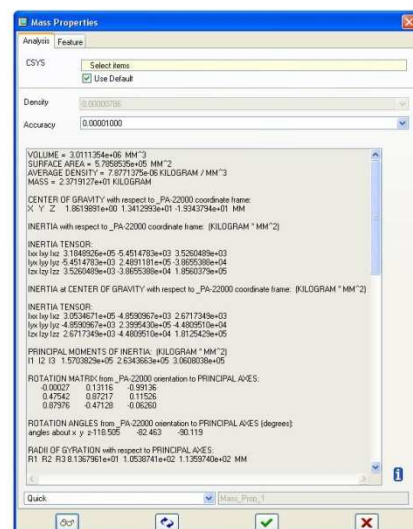
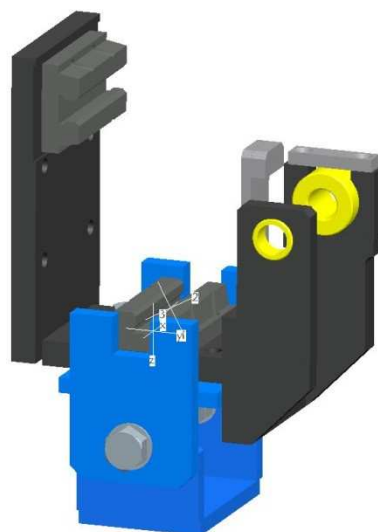
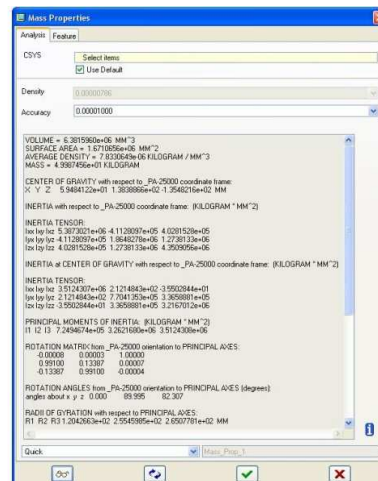
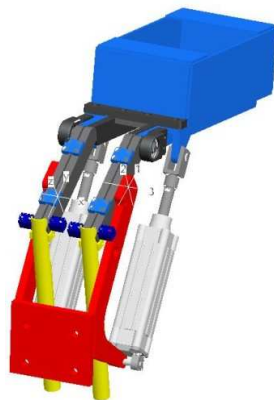
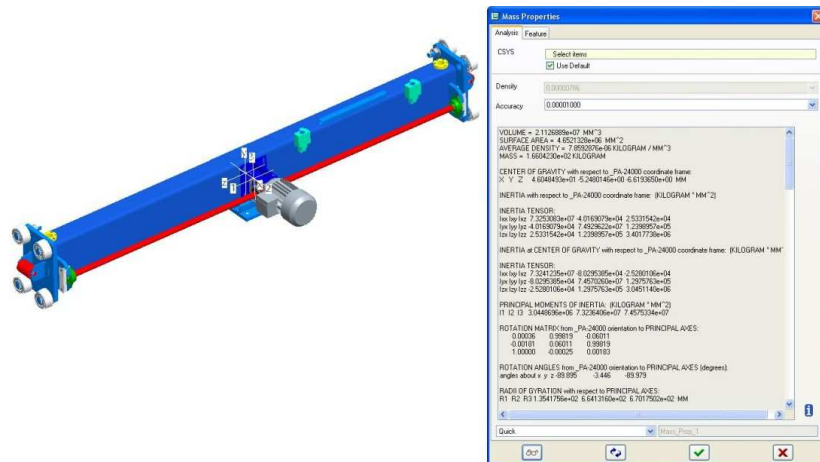


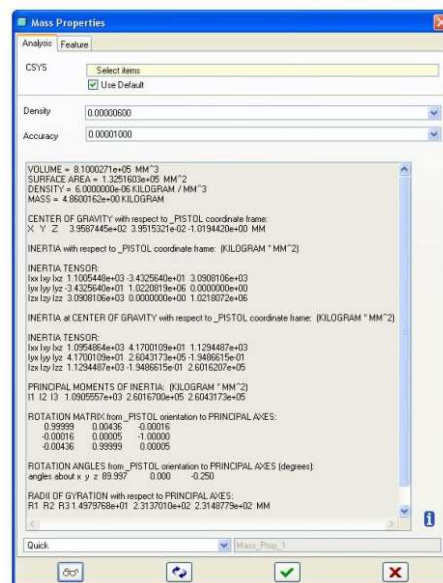
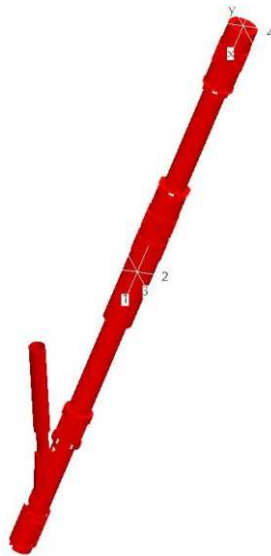
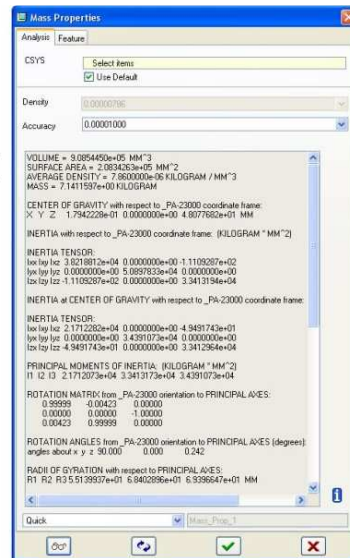
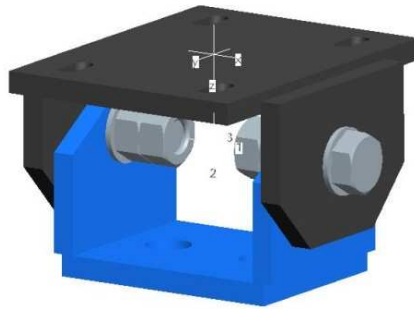
Kapitola výsledků					
4.0	<input checked="" type="checkbox"/> Výsledky, koeficienty				
4.1	Součinitele pro korigování výkonu				
4.2	Součinitel počtu zubů	K1	1.00	1.45	<input type="checkbox"/>
4.3	Součinitel převodového poměru	K2	1.25	1.25	<input checked="" type="checkbox"/>
4.4	Součinitel rázu (Service factor)	K3	1.20	1.20	<input checked="" type="checkbox"/>
4.5	Součinitel vzdálenosti os	K4	0.70	0.70	<input checked="" type="checkbox"/>
4.6	Součinitel mazání	K5	5.00	5.00	<input checked="" type="checkbox"/>
4.7	Součinitel teploty	K6	1.00	1.00	<input checked="" type="checkbox"/>
4.8	Součinitel životnosti	K7	1.00	1.00	<input type="checkbox"/>
4.9	Výpočet a nastavení koeficientů podle	ISO 10823			
4.10	Doporučený způsob mazání	Tlakové oběžné mazání			
4.11	Přípustný způsob mazání	Ponorné mazání v olejové lázni			
4.12	Maximální prověšení řetězu	y	40.01		[mm]
4.13	Minimální / Maximální rychlost kola 2		4.05	4.29	[m/s]
4.14	Součinitel nerovnoměrnosti	ξ	5.90		[%]
5.0	<input checked="" type="checkbox"/> Rozměry				

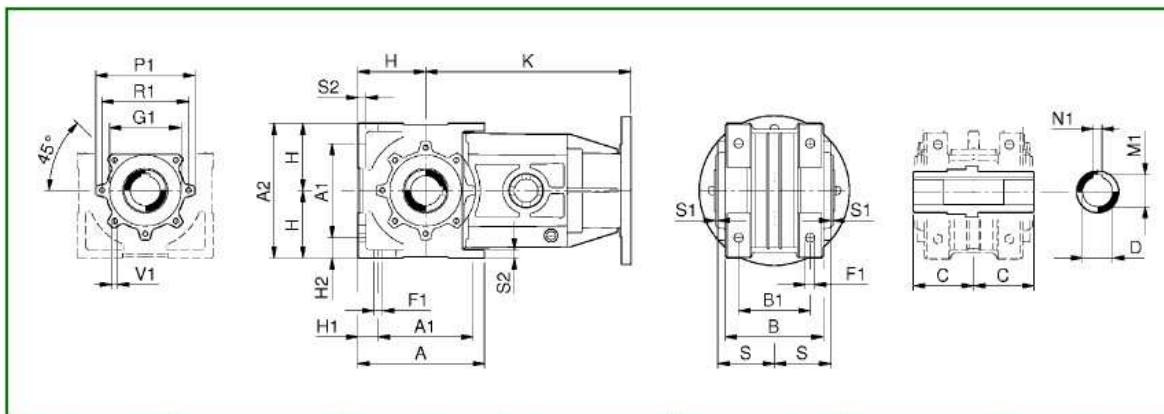
	d1	3.962		[mm]
	d3	7.925		[mm]
	b1	7.925		[mm]
	b2	10.973		[mm]
	t	12.700		[mm]
	g	11.989		[mm]
	l	16.510		[mm]
	e	0.000		[mm]
	s1	1.524		[mm]
	s2	1.524		[mm]
	Da	59.024	59.024	[mm]
	Dp	53.068	53.068	[mm]
	Df	44.927	44.927	[mm]
	R1	4.070		[mm]
	R2	18.195	18.195	[mm]
	α	123.077	123.077	[°]
	bf	7.529		[mm]
	ba	0.991		[mm]
	rx	5.944		[mm]
	f	8.890		[mm]
	Dg	35.288	35.288	[mm]


8. PŘÍLOHY

Technické parametry sbíjecí části.





Převodovka zdvihu příčnicku:


VARVEL
ATTIVO CONTROL SYSTEMS LTD

RO

Riduttori ortogonali
orizzontali

Horizontal bevel-helical
gearboxes

Horizontale
Kegelradgetriebe

1400 rpm

i = R20	RO 13			RO 23			RO 33			RO 43			RO 53			RO 63		
	rpm	kW	Nm	rpm	kW	Nm	rpm	kW	Nm	rpm	kW	Nm	rpm	kW	Nm	rpm	kW	Nm
6,3	---	---	---	211	4,7	200	218	10,2	420	212	11,1	470	216	22,4	930	218	40,3	1660
7,1	185	2,7	130	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
8	---	---	---	165	4,0	220	170	8,5	450	168	9,9	530	163	20,0	1100	165	31,9	1740
9	153	2,2	130	156	3,9	225	154	8,9	400	153	11,6	650	---	---	---	---	---	---
10	146	2,3	140	134	3,7	245	138	8,0	520	134	9,1	610	129	17,6	1230	130	28,5	1870
11,2	120	2,0	150	122	3,1	230	120	5,3	400	121	9,2	670	---	---	---	---	---	---
12,5	---	---	---	107	3,3	275	110	8,9	560	105	7,8	670	106	16,6	1400	107	26,7	2150

9. POUŽITÁ LITERATURA

- [1] BURKOVIČ, J. *Projektování a provoz RTP*. 1. vyd., Ostrava: skripta VŠB TUO, 2004. ISBN 80-248-0709-2 118s.
- [2] BURKOVIČ, J. *Navrhování RTP*. 1. vyd., Ostrava: skripta VŠB TUO, 2002. ISBN 80-248-0217-1. 114s.
- [3] BUZEK, V. *Periferní zařízení RTP, Konstrukční cvičení I*. 1. vyd., Ostrava: skripta VŠB TUO, 1994. ISBN 80-7078-234-X .105s.
- [4] KALÁB, K. *Části a mechanismy strojů pro bakaláře, Části spojovací*. 1. vyd., Ostrava: skripta VŠB TUO, 2007. ISBN 978-80-248-1290-8. 91s.
- [5] SKAŘUPA, J. *Metodika konstruování*. 1. vyd., Ostrava: skripta VŠB TUO, 1993. ISBN 80-7078-167-X. 158s.
- [6] VÁVRA, P. *Strojnické tabulky*. 1. vyd., Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1983. 672 s.
- [7] *EUR palety* [online].
URL:<<http://www.europal.cz/admin/userfiles/File/EUR%20%C4%8CSN%2026%209110.pdf>> [citováno 28.března 2009].
- [8] *Roboty ABB* [online].
URL:<<http://www.abb.cz/product/seitp327/b24ee91bda718cd7c12572f7005ebae6.aspx?productLanguage=cz&country=CZ>> [citováno 14.dubna 2009].
- [9] *Hydraulický sbíjecí automat SMPA500*[online].
URL:<<http://www.stoerimantel.cz>> [citováno 23.ledna 2009].
- [10] *Pneumatický poloautomatický paletomat* [online].
URL:< <http://www.airhammer.cz/paletomat>> [citováno 4.února 2009].
- [11] *Pneumatický poloautomatický stroj VAB160* [online].
URL:<<http://www.bea-cs.cz/produkty/stroje-pro-drevovyrobu/ollitech/>> [citováno 2.ledna 2009].
- [12] *Pila ProfiCUT X50*[online].
URL:<<http://wwwhttp://www.kstroj.cz/PROFICUT.htm>> [citováno 30.leden 2009].
- [13] *Portálové manipulátory GUDEL* [online].
URL:<<http://gudel.com/en/products/modules/zp-3/details/>> [citováno 17.dubna 2009].
- [14] *Automatický páskovač KZVIII* [online].
URL:<http://www.mosca-packaging.cz/automat_na_paskovani_palet_kzv_111.html>

- > [citováno 19.dubna 2009].
- [15] *Vysokozdvížené vozíky* [online].
URL:<<http://www.jungheinrich.cz/>> [citováno 7.května 2009].
- [16] *Mostové jeřáby* [online].
URL:<<http://www.jass.cz/produkty-17/mostove-a-portalove-jeřaby-3/>>
[citováno 14.května 2009].
- [17] *Výrobní haly* [online].
URL:<<http://www.bcbuilding.cz/haly-astron.html>> [citováno 18.května 2009].
- [18] *Pneumatické válce FESTO* [online].
URL:<http://www.festo.com/INetDomino/coorp_sites/cs/93c3031b60b787c5c1256e85004aac89.htm> [citováno 19.května 2008].

10. ZÁVĚR A HODNOCENÍ

Zadáním diplomové práce byl : „Návrh RTP pro výrobu palet.“ Jednalo se o externí zadání, jehož cílem byl především návrh a konstrukce Paletomatu. První krok představoval všeobecnou studii problematiky výroby palet. Následovala analýza výrobků, v níž byly určeny tři nejdůležitější výrobky, které se budou na pracovišti vyrábět. Konkrétně se jedná o normalizované palety EUR, jednoúčelové palety a dřevěné bednění. Následoval průzkum existujících zařízení a jejich výpis. Na základě požadavkového listu byly navrženy 4 varianty řešení s uvedením půdorysné dispozice. Byl uveden jejich podrobný popis a zapsání strojů a zařízení do odkazových tabulek. Následoval výběr optimální varianty. Zde bylo stěžejní určit hlavní faktory ovlivňující výrobu a provoz linky. Konkrétně se jednalo o 7 rozhodovacích kritérií, podle kterých poté pět vybraných expertů hodnotilo významnost. Byla použita osvědčená metoda výběru a to porovnávání trojúhelníků v páru. Po dosažení výsledků jsme docílili optimální varianty „B“. Následovalo vypracování projektu pro výrobu palet. V jednotlivých bodech byl nejprve proveden technologický postup výroby, dále podrobný popis hlavních výrobních strojů na pracovišti (Paletomat, pořezové pily, manipulační zařízení atd.). V závěrečných fázích byly uvedeny energetické nároky na jednotlivé stroje a odkaz elektřiny a pneumatiky. Následovalo technicko ekonomické zhodnocení dosažených výsledků. Diplomová práce je podložena použitou literaturou, přílohami a technickou zprávou s kontrolními výpočty. Součástí je i výkresová dokumentace dispozičního řešení a sestavný výkres paletomatu.